

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 38 470.3
Anmeldetag: 22. August 2002
Anmelder/Inhaber: BOEHRINGER INGELHEIM PHARMA
GmbH & Co KG, Ingelheim/DE
Bezeichnung: Neue Xanthinderivate, deren Herstellung
und deren Verwendung als Arzneimittel
IPC: C 07 D 473/04

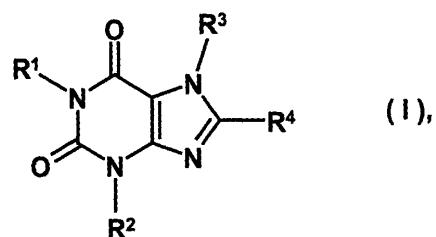
Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 26. Juni 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Hoiß

Neue Xanthinderivate, deren Herstellung und deren Verwendung
als Arzneimittel

5. Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind neue substituierte Xanthine der allgemeinen Formel



10. deren Tautomere, Enantiomere, Diastereomere, deren Gemische, deren Prodrugs und deren Salze, insbesonders deren physiologisch verträgliche Salze mit anorganischen oder organischen Säuren oder Basen, welche wertvolle pharmakologische Eigenschaften aufweisen, insbesondere eine Hemmwirkung auf die Aktivität des Enzyms Dipeptidylpeptidase-IV (DPP-IV), deren Herstellung, deren Verwendung zur
15. Prävention oder Behandlung von Krankheiten oder Zuständen, die in Zusammenhang mit einer erhöhten DPP-IV Aktivität stehen oder die durch Reduktion der DPP-IV Aktivität verhindert oder gemildert werden können, insbesondere von Diabetes
mellitus Typ I oder Typ II, die eine Verbindung der allgemeinen Formel (I) oder ein physiologisch verträgliches Salz davon enthaltenden Arzneimittel sowie Verfahren zu
20. deren Herstellung.

In der obigen Formel I bedeuten

25. R¹ eine Phenylcarbonylmethylgruppe, in der der Phenylteil durch R¹⁰ und R¹¹ substituiert ist, wobei

R¹⁰ eine Formylaminogruppe,

eine C₃₋₇-Cycloalkyl-carbonylamino- oder C₃₋₇-Cycloalkyl-C₁₋₃-alkyl-carbonyl-amino-Gruppe,

5 eine C₆₋₉-Bicycloalkyl-carbonylamino- oder C₆₋₉-Bicycloalkyl-C₁₋₃-alkyl-carbonylaminogruppe,

 eine C₅₋₇-Cycloalkyl-carbonylaminogruppe, in der

10 eine Methylengruppe durch ein Sauerstoff- oder Schwefelatom oder durch eine Imino-, Sulfinyl- oder Sulfonylgruppe ersetzt ist,

 eine C₅₋₇-Cycloalkyl-carbonylaminogruppe, in der eine -CH₂-CH₂- Gruppe durch eine -NH-CO- oder -NH-NH- Gruppe ersetzt ist,

15 eine C₅₋₇-Cycloalkyl-carbonylaminogruppe, in der eine -CH₂-CH₂-CH₂- Gruppe durch eine -NH-CO-NH-, -NH-CO-O- oder -O-CH₂-O- Gruppe ersetzt ist,

 eine C₆₋₇-Cycloalkyl-carbonylaminogruppe, in der eine -CH₂-CH₂-CH₂-CH₂- Gruppe durch eine -NH-CH₂-CH₂-NH-, -NH-CO-CH₂-NH-, -NH-CH₂-CH₂-O-, -NH-CO-CH₂-O- oder -O-CH₂-CH₂-O-Gruppe ersetzt ist,

20 eine Cycloheptyl-carbonylaminogruppe, in der eine -CH₂-CH₂-CH₂-CH₂-CH₂- Gruppe durch eine -NH-CH₂-CH₂-CH₂-NH-, -NH-CO-CH₂-CH₂-NH-, -NH-CH₂-CH₂-CH₂-O-, -NH-CO-CH₂-CH₂-O- oder -O-CH₂-CH₂-CH₂-O-Gruppe ersetzt ist,

 eine C₅₋₇-Cycloalkyl-carbonylaminogruppe, in der eine oder zwei Methylen-gruppen durch Carbonylgruppen ersetzt sind,

30 eine C₄₋₇-Cycloalkenyl-carbonylamino- oder C₄₋₇-Cycloalkenyl-C₁₋₃-alkyl-carbonylaminogruppe,

eine C₃₋₇-Cycloalkyl-sulfonylamino-, C₃₋₇-Cycloalkyl-C₁₋₃-alkyl-sulfonylamino-,
Arylsulfonylamino- oder Aryl-C₁₋₃-alkyl-sulfonylamino-Gruppe oder

eine Heteroarylcarbonylaminogruppe bedeutet,

5

wobei die in den vorstehend erwähnten Gruppen enthaltenen Iminogruppen
unabhängig voneinander durch eine C₁₋₃-Alkylgruppe substituiert sein können,

und R¹¹ ein Wasserstoff-, Fluor-, Chlor-, Brom- oder Iodatom oder

10

eine C₁₋₃-Alkyl-, C₁₋₃-Alkyloxy-, Difluormethyl-, Trifluormethyl-, Difluormethoxy-,
Trifluormethoxy- oder Cyangruppe bedeutet,

R² ein Wasserstoffatom,

15

eine C₁₋₆-Alkylgruppe,

eine C₂₋₄-Alkenylgruppe,

20

eine C₃₋₄-Alkinylgruppe,

eine C₃₋₆-Cycloalkylgruppe,

eine C₃₋₆-Cycloalkyl-C₁₋₃-alkylgruppe,

25

eine Tetrahydrofuran-3-yl-, Tetrahydropyran-3-yl-, Tetrahydropyran-4-yl-, Tetra-
hydrofuranyl methyl- oder Tetrahydropyranyl methylgruppe,

eine Arylgruppe,

30

eine Aryl-C₁₋₄-alkylgruppe,

eine Aryl-C₂₋₃-alkenylgruppe,

eine Arylcarbonyl-C₁₋₂-alkylgruppe,

eine Heteroaryl-C₁₋₃-alkylgruppe,

5

eine Furanylcarbonylmethyl-, Thienylcarbonylmethyl-, Thiazolylcarbonylmethyl- oder
Pyridylcarbonylmethylgruppe,

eine C₁₋₄-Alkyl-carbonyl-C₁₋₂-alkyl-Gruppe,

10

eine C₃₋₆-Cycloalkyl-carbonyl-C₁₋₂-alkyl-Gruppe,

eine Aryl-D-C₁₋₃-alkylgruppe, wobei D eine Sauerstoff- oder Schwefelatom, eine
Imino-, C₁₋₃-Alkylimino-, Sulfinyl- oder Sulfonylgruppe bedeutet,

15

eine durch eine Gruppe R_a substituierte C₁₋₄-Alkylgruppe, wobei

20

R_a eine Cyano-, Carboxy-, C₁₋₃-Alkyloxy-carbonyl-, Aminocarbonyl-, C₁₋₃-
Alkylamino-carbonyl-, Di-(C₁₋₃-alkyl)-amino-carbonyl-, Pyrrolidin-1-ylcarbonyl-,
Piperidin-1-ylcarbonyl-, Morphin-4-ylcarbonyl-, Piperazin-1-ylcarbonyl-, 4-
Methylpiperazin-1-ylcarbonyl- oder 4-Ethylpiperazin-1-ylcarbonylgruppe
bedeutet,

oder eine durch eine Gruppe R_b substituierte C₂₋₄-Alkylgruppe, wobei

25

R_b eine Hydroxy-, C₁₋₃-Alkyloxy-, Amino-, C₁₋₃-Alkylamino-, Di-(C₁₋₃-alkyl)-
amino-, Pyrrolidin-1-yl-, Piperidin-1-yl-, Morphin-4-yl, Piperazin-1-yl-, 4-
Methyl-piperazin-1-yl- oder 4-Ethyl-piperazin-1-yl-Gruppe darstellt und durch
mindestens zwei Kohlenstoffatome vom Ringstickstoffatom in 3-Stellung des
30 Xanthingerüstes isoliert ist,

R³ eine C₃₋₈-Alkylgruppe,

eine durch eine Gruppe R_c substituierte C_{1-3} -Alkylgruppe, wobei

R_c eine gegebenenfalls durch eine oder zwei C_{1-3} -Alkylgruppen substituierte
 C_{3-7} -Cycloalkylgruppe,

5

eine gegebenenfalls durch eine oder zwei C_{1-3} -Alkylgruppen substituierte C_{5-7} -
Cycloalkenylgruppe,

10

eine Furanyl-, Thienyl-, Oxazolyl-, Isoxazolyl-, Thiazolyl-, Isothiazolyl-,
Pyridyl-, Pyridazinyl-, Pyrimidyl- oder Pyrazinylgruppe bedeutet, wobei die
vorstehend erwähnten heterocyclischen Reste jeweils durch eine oder zwei
 C_{1-3} -Alkylgruppen oder durch ein Fluor-, Chlor-, Brom- oder Iodatom oder
15 durch eine Trifluormethyl-, Cyan- oder C_{1-3} -Alkoxygruppe substituiert sein
können,

eine C_{3-8} -Alkenylgruppe,

20

eine durch ein Fluor-, Chlor- oder Bromatom, oder eine Trifluormethylgruppe
substituierte C_{3-6} -Alkenylgruppe,

25

eine C_{3-8} -Alkinylgruppe,

25

eine Arylgruppe oder

eine Aryl- C_{2-4} -alkenylgruppe,

und

30

R^4 eine Azetidin-1-yl- oder Pyrrolidin-1-ylgruppe, die in 3-Stellung durch eine Amino-,
 C_{1-3} -Alkylamino- oder eine Di-(C_{1-3} -alkyl)amino-Gruppe substituiert ist und zusätzlich
durch eine oder zwei C_{1-3} -Alkylgruppen substituiert sein kann,

eine Piperidin-1-yl- oder Hexahydroazepin-1-ylgruppe, die in 3-Stellung oder in 4-Stellung durch eine Amino-, C₁₋₃-Alkylamino- oder eine Di-(C₁₋₃-alkyl)amino-Gruppe substituiert ist und zusätzlich durch eine oder zwei C₁₋₃-Alkylgruppen substituiert sein
5 kann,

eine 3-Amino-piperidin-1-ylgruppe, in der der Piperidin-1-yl-Teil zusätzlich durch eine Aminocarbonyl-, C₁₋₂-Alkyl-aminocarbonyl-, Di-(C₁₋₂-alkyl)aminocarbonyl-, Pyrrolidin-1-yl-carbonyl-, (2-Cyan-pyrrolidin-1-yl-)carbonyl-, Thiazolidin-3-yl-carbonyl-, (4-Cyan-10 thiazolidin-3-yl)carbonyl-, Piperidin-1-ylcarbonyl- oder Morphin-4-ylcarbonyl-Gruppe substituiert ist,

eine 3-Amino-piperidin-1-ylgruppe, in der der Piperidin-1-yl-Teil in 4-Stellung oder in 5-Stellung zusätzlich durch eine Hydroxy- oder Methoxygruppe substituiert ist,
15

eine 3-Amino-piperidin-1-ylgruppe, in der die Methylengruppe in 2-Stellung oder in 6-Stellung durch eine Carbonylgruppe ersetzt ist,

eine in 3-Stellung durch eine Amino-, C₁₋₃-Alkylamino- oder Di-(C₁₋₃-alkyl)-amino-20 gruppe substituierte Piperidin-1-yl- oder Hexahydroazepin-1-yl-gruppe, in denen jeweils zwei Wasserstoffatome am Kohlenstoffgerüst der Piperidin-1-yl- oder Hexahydroazepin-1-yl-gruppe durch eine geradkettige Alkylenbrücke ersetzt sind,
25 wobei diese Brücke 2 bis 5 Kohlenstoffatome enthält, wenn die zwei Wasserstoffatome sich am selben Kohlenstoffatom befinden, oder 1 bis 4 Kohlenstoffatome enthält, wenn sich die Wasserstoffatome an benachbarten Kohlenstoffatomen befinden, oder 1 bis 4 Kohlenstoffatome enthält, wenn sich die Wasserstoffatome an Kohlenstoffatomen befinden, die durch ein Atom getrennt sind, oder 1 bis 3 Kohlenstoffatome enthält, wenn sich die zwei Wasserstoffatome an Kohlenstoffatomen befinden, die durch zwei Atome getrennt sind,

30 eine Azetidin-1-yl-, Pyrrolidin-1-yl-, Piperidin-1-yl- oder Hexahydroazepin-1-ylgruppe, die durch eine Amino-C₁₋₃-alkyl-, C₁₋₃-Alkylamino-C₁₋₃-alkyl- oder eine Di-(C₁₋₃-alkyl)-amino-C₁₋₃-alkylgruppe substituiert ist,

eine gegebenenfalls am Kohlenstoffgerüst durch eine oder zwei C₁₋₃-Alkylgruppen substituierte Piperazin-1-yl- oder [1,4]Diazepan-1-ylgruppe,

5 eine gegebenenfalls am Kohlenstoffgerüst durch eine oder zwei C₁₋₃-Alkylgruppen substituierte 3-Imino-piperazin-1-yl-, 3-Imino-[1,4]diazepan-1-yl- oder 5-Imino-[1,4]diazepan-1-ylgruppe,

10 eine gegebenenfalls durch eine oder zwei C₁₋₃-Alkylgruppen substituierte [1,4]Diazepan-1-ylgruppe, die in 6-Stellung durch eine Aminogruppe substituiert ist,

15 eine C₃₋₇-Cycloalkylgruppe, die durch eine Amino-, C₁₋₃-Alkylamino- oder Di-(C₁₋₃-alkyl)-aminogruppe substituiert ist,

20 eine C₃₋₇-Cycloalkylgruppe, die durch eine Amino-C₁₋₃-alkyl-, C₁₋₃-Alkylamino-C₁₋₃-alkyl- oder eine Di-(C₁₋₃-alkyl)amino-C₁₋₃-alkylgruppe substituiert ist,

25 eine C₃₋₇-Cycloalkyl-C₁₋₂-alkylgruppe, in der der Cycloalkylteil durch eine Amino-, C₁₋₃-Alkylamino- oder Di-(C₁₋₃-alkyl)-aminogruppe substituiert ist,

30 eine C₃₋₇-Cycloalkyl-C₁₋₂-alkylgruppe, in der der Cycloalkylteil durch eine Amino-C₁₋₃-alkyl-, C₁₋₃-Alkylamino-C₁₋₃-alkyl- oder eine Di-(C₁₋₃-alkyl)amino-C₁₋₃-alkylgruppe substituiert ist,

35 eine C₃₋₇-Cycloalkylaminogruppe, in der der Cycloalkylteil durch eine Amino-, C₁₋₃-Alkylamino- oder Di-(C₁₋₃-alkyl)-aminogruppe substituiert ist, wobei die beiden Stickstoffatome am Cycloalkylteil durch mindestens zwei Kohlenstoffatome voneinander getrennt sind,

40 eine N-(C₃₋₇-Cycloalkyl)-N-(C₁₋₃-alkyl)-aminogruppe, in der der Cycloalkylteil durch eine Amino-, C₁₋₃-Alkylamino- oder Di-(C₁₋₃-alkyl)-aminogruppe substituiert ist, wobei die beiden Stickstoffatome am Cycloalkylteil durch mindestens zwei Kohlenstoffatome voneinander getrennt sind,

eine C₃₋₇-Cycloalkylaminogruppe, in der der Cycloalkylteil durch eine Amino-C₁₋₃-alkyl-, C₁₋₃-Alkylamino-C₁₋₃-alkyl- oder eine Di-(C₁₋₃-alkyl)amino-C₁₋₃-alkylgruppe substituiert ist,

5

eine N-(C₃₋₇-Cycloalkyl)-N-(C₁₋₃-alkyl)-aminogruppe, in der der Cycloalkylteil durch eine Amino-C₁₋₃-alkyl-, C₁₋₃-Alkylamino-C₁₋₃-alkyl- oder eine Di-(C₁₋₃-alkyl)amino-C₁₋₃-alkylgruppe substituiert ist,

10 eine C₃₋₇-Cycloalkyl-C₁₋₂-alkyl-aminogruppe, in der der Cycloalkylteil durch eine Amino-, C₁₋₃-Alkylamino- oder Di-(C₁₋₃-alkyl)-aminogruppe substituiert ist,

15 eine N-(C₃₋₇-Cycloalkyl-C₁₋₂-alkyl)-N-(C₁₋₂-alkyl)-aminogruppe, in der der Cycloalkylteil durch eine Amino-, C₁₋₃-Alkylamino- oder Di-(C₁₋₃-alkyl)-aminogruppe substituiert ist,

20 eine C₃₋₇-Cycloalkyl-C₁₋₂-alkyl-aminogruppe, in der der Cycloalkylteil durch eine Amino-C₁₋₃-alkyl-, C₁₋₃-Alkylamino-C₁₋₃-alkyl- oder eine Di-(C₁₋₃-alkyl)amino-C₁₋₃-alkylgruppe substituiert ist,

25 eine N-(C₃₋₇-Cycloalkyl-C₁₋₂-alkyl)-N-(C₁₋₂-alkyl)-aminogruppe, in der der Cycloalkylteil durch eine Amino-C₁₋₃-alkyl-, C₁₋₃-Alkylamino-C₁₋₃-alkyl- oder eine Di-(C₁₋₃-alkyl)-amino-C₁₋₃-alkylgruppe substituiert ist,

30 eine R¹⁹-C₂₋₄-Alkylamino-Gruppe, in der R¹⁹ durch mindestens zwei Kohlenstoffatome vom Stickstoffatom des C₂₋₄-Alkylamino-Teils getrennt ist und

R¹⁹ eine Amino-, C₁₋₃-Alkylamino- oder Di-(C₁₋₃-alkyl)-aminogruppe darstellt,

35 eine R¹⁹-C₂₋₄-Alkylamino-Gruppe, in der das Stickstoffatom des C₂₋₄-Alkylamino-Teils durch eine C₁₋₃-Alkylgruppe substituiert ist und R¹⁹ durch mindestens zwei Kohlenstoffatome vom Stickstoffatom des C₂₋₄-Alkylamino-Teils getrennt ist, wobei R¹⁹ wie vorstehend erwähnt definiert ist,

eine durch den Rest R^{20} substituierte Aminogruppe, in der

5 R^{20} eine Azetidin-3-yl-, Azetidin-2-ylmethyl-, Azetidin-3-ylmethyl-, Pyrrolidin-3-yl-,
Pyrrolidin-2-ylmethyl-, Pyrrolidin-3-ylmethyl-, Piperidin-3-yl-, Piperidin-4-yl-,
Piperidin-2-ylmethyl-, Piperidin-3-ylmethyl- oder Piperidin-4-ylmethylgruppe
darstellt, wobei die für R^{20} erwähnten Reste jeweils durch eine oder zwei C_{1-3} -
Alkylgruppen substituiert sein können,

10 eine durch den Rest R^{20} und eine C_{1-3} -Alkylgruppe substituierte Aminogruppe, in der
 R^{20} wie vorstehend erwähnt definiert ist, wobei die für R^{20} erwähnten Reste jeweils
durch eine oder zwei C_{1-3} -Alkylgruppen substituiert sein können,

15 eine R^{19} - C_{3-4} -alkylgruppe, in der der C_{3-4} -Alkylteil geradkettig ist und zusätzlich
durch eine oder zwei C_{1-3} -Alkylgruppen substituiert sein kann, wobei R^{19} wie
vorstehend erwähnt definiert ist,

20 eine 3-Amino-2-oxo-piperidin-5-yl- oder 3-Amino-2-oxo-1-methyl-piperidin-5-yl-
Gruppe,

25 eine Pyrrolidin-3-yl-, Piperidin-3-yl-, Piperidin-4-yl-, Hexahydroazepin-3-yl- oder
Hexahydroazepin-4-ylgruppe, die in 1-Stellung durch eine Amino-, C_{1-3} -Alkylamino-
oder Di-(C_{1-3} -alkyl)aminogruppe substituiert ist,

30 oder eine Azetidin-2-yl- C_{1-2} -alkyl-, Azetidin-3-yl- C_{1-2} -alkyl-, Pyrrolidin-2-yl- C_{1-2} -alkyl-,
Pyrrolidin-3-yl-, Pyrrolidin-3-yl- C_{1-2} -alkyl-, Piperidin-2-yl- C_{1-2} -alkyl-, Piperidin-3-yl-,
Piperidin-3-yl- C_{1-2} -alkyl-, Piperidin-4-yl- oder Piperidin-4-yl- C_{1-2} -alkylgruppe, wobei
die vorstehend erwähnten Gruppen jeweils durch eine oder zwei C_{1-3} -Alkylgruppen
substituiert sein können,
wobei unter den bei der Definition der vorstehend genannten Reste erwähnten Aryl-
gruppen Phenyl- oder Naphthylgruppen zu verstehen sind, welche unabhängig von-
einander durch R_h mono- oder disubstituiert sein können, wobei die Substituenten

gleich oder verschieden sein können und R_h ein Fluor-, Chlor-, Brom- oder Iodatom, eine Trifluormethyl-, Cyan-, Nitro-, Amino-, Aminocarbonyl-, Aminosulfonyl-, Methylsulfonyl, Acetylamino-, Methylsulfonylamino-, C₁₋₃-Alkyl-, Cyclopropyl-, Ethenyl-, Ethinyl-, Hydroxy-, C₁₋₃-Alkyloxy-, Difluormethoxy- oder Trifluormethoxygruppe
5 darstellt,

unter den bei der Definition der vorstehend erwähnten Reste erwähnten Heteroarylgruppen eine Pyrrolyl-, Furanyl-, Thienyl-, Pyridyl-, Indolyl-, Benzofuranyl-, Benzo-thiophenyl-, Chinolinyl- oder Isochinolinylgruppe zu verstehen ist,

10 oder eine Pyrrolyl-, Furanyl-, Thienyl- oder Pyridylgruppe zu verstehen ist, in der eine
11 oder zwei Methingruppen durch Stickstoffatome ersetzt sind,

15 oder eine Indolyl-, Benzofuranyl-, Benzothiophenyl-, Chinolinyl- oder Isochinolinylgruppe zu verstehen ist, in der eine bis drei Methingruppen durch Stickstoffatome ersetzt sind,

20 oder eine 1,2-Dihydro-2-oxo-pyridinyl-, 1,4-Dihydro-4-oxo-pyridinyl-, 2,3-Dihydro-3-oxo-pyridazinyl-, 1,2,3,6-Tetrahydro-3,6-dioxo-pyridazinyl-, 1,2-Dihydro-2-oxo-pyrimidinyl-, 3,4-Dihydro-4-oxo-pyrimidinyl-, 1,2,3,4-Tetrahydro-2,4-dioxo-pyrimidinyl-, 1,2-Dihydro-2-oxo-pyrazinyl-, 1,2,3,4-Tetrahydro-2,3-dioxo-pyrazinyl-, 2,3-Dihydro-2-oxo-indolyl-, 2,3-Dihydrobenzofuranyl-, 2,3-Dihydro-2-oxo-1H-benzimidazolyl-, 2,3-Dihydro-2-oxo-benzoxazolyl-, 1,2-Dihydro-2-oxo-chinolinyl-, 1,4-Dihydro-4-oxo-chinolinyl-, 1,2-Dihydro-1-oxo-isochinolinyl-, 1,4-Dihydro-4-oxo-cinnolinyl-, 1,2-Dihydro-2-oxo-chinazolinyl-, 3,4-Dihydro-4-oxo-chinazolinyl-, 1,2,3,4-Tetrahydro-2,4-dioxo-chinazolinyl-, 1,2-Dihydro-2-oxochinoxaliny-, 1,2,3,4-Tetrahydro-2,3-dioxo-chinoxaliny-, 1,2-Dihydro-1-oxo-phthalazinyl-, 1,2,3,4-Tetrahydro-1,4-dioxo-phthalazinyl-, Chromanyl-, Cumarinyl-, 2,3-Dihydro-benzo[1,4]dioxinyl- oder 3,4-Dihydro-3-oxo-2H-benzo[1,4]oxazinyl-Gruppe zu verstehen ist,

30 und die vorstehend erwähnten Heteroarylgruppen durch R_h mono- oder disubstituiert sein können, wobei die Substituenten gleich oder verschieden sein können und R_h wie vorstehend erwähnt definiert ist,

wobei, soweit nichts anderes erwähnt wurde, die vorstehend erwähnten Alkyl-, Alkenyl- und Alkinylgruppen geradkettig oder verzweigt sein können,

5 deren Tautomere, Enantiomere, Diastereomere, deren Gemische, deren Prodrugs und deren Salze.

Verbindungen, die eine in-vivo abspaltbare Gruppe enthalten, sind Prodrugs der entsprechenden Verbindungen, bei denen diese in-vivo abspaltbare Gruppe
10 abgespalten ist.

Die bei der Definition der vorstehend erwähnten Reste erwähnten Carboxygruppen können durch eine in-vivo in eine Carboxygruppe überführbare Gruppe oder durch eine unter physiologischen Bedingungen negativ geladene Gruppe ersetzt sein,

15 desweiteren können die bei der Definition der vorstehend erwähnten Reste erwähnten Amino- und Iminogruppen durch einen in-vivo abspaltbaren Rest substituiert sein. Derartige Gruppen werden beispielsweise in der WO 98/46576 und von N.M. Nielsen et al. in International Journal of Pharmaceutics 39, 75-85 (1987) beschrieben.

20 Unter einer in-vivo in eine Carboxygruppe überführbare Gruppe ist beispielsweise eine Hydroxymethylgruppe, eine mit einem Alkohol veresterte Carboxygruppe, in der
der alkoholische Teil vorzugsweise ein C₁₋₆-Alkanol, ein Phenyl-C₁₋₃-alkanol, ein
25 C₃₋₉-Cycloalkanol, wobei ein C₅₋₈-Cycloalkanol zusätzlich durch ein oder zwei C₁₋₃-Alkylgruppen substituiert sein kann, ein C₅₋₈-Cycloalkanol, in dem eine Methylengruppe in 3- oder 4-Stellung durch ein Sauerstoffatom oder durch eine gegebenenfalls durch eine C₁₋₃-Alkyl-, Phenyl-C₁₋₃-alkyl-, Phenyl-C₁₋₃-alkyloxycarbonyl- oder C₂₋₆-Alkanoylgruppe substituierte Iminogruppe ersetzt ist und der Cycloalkanolteil zusätzlich durch ein oder zwei C₁₋₃-Alkylgruppen substituiert sein kann, ein
30 C₄₋₇-Cycloalkenol, ein C₃₋₅-Alkenol, ein Phenyl-C₃₋₅-alkenol, ein C₃₋₅-Alkinol oder Phenyl-C₃₋₅-alkinol mit der Maßgabe, daß keine Bindung an das Sauerstoffatom von einem Kohlenstoffatom ausgeht, welches eine Doppel- oder Dreifachbindung trägt, ein C₃₋₈-Cycloalkyl-C₁₋₃-alkanol, ein Bicycloalkanol mit insgesamt 8 bis 10 Kohlen-

stoffatomen, das im Bicycloalkylteil zusätzlich durch eine oder zwei C₁₋₃-Alkylgruppen substituiert sein kann, ein 1,3-Dihydro-3-oxo-1-isobenzfuranol oder ein Alkohol der Formel

$$R_p-CO-O-(R_qCR_r)-OH,$$

in dem

10 R_p eine C₁₋₈-Alkyl-, C₅₋₇-Cycloalkyl-, C₁₋₈-Alkyloxy-, C₅₋₇-Cycloalkyloxy-,
Phenyl- oder Phenyl-C₁₋₃-alkylgruppe,

R_q ein Wasserstoffatom, eine C₁₋₃-Alkyl-, C₅₋₇-Cycloalkyl- oder Phenylgruppe und

15 R_r ein Wasserstoffatom oder eine C₁₋₃-Alkylgruppe darstellen,

unter einer unter physiologischen Bedingungen negativ geladenen Gruppe wie eine Tetrazol-5-yl-, Phenylcarbonylaminocarbonyl-, Trifluormethylcarbonylaminocarbonyl-, C₁₋₆-Alkylsulfonylamino-, Phenylsulfonylamino-, Benzylsulfonylamino-, Trifluormethylsulfonylamino-, C₁₋₆-Alkylsulfonylaminocarbonyl-, Phenylsulfonylaminocarbonyl-, Benzylsulfonylaminocarbonyl- oder Perfluor-C₁₋₆-alkylsulfonylaminocarbonylgruppe

und unter einem von einer Imino- oder Aminogruppe in-vivo abspaltbaren Rest beispielsweise eine Hydroxygruppe, eine Acylgruppe wie eine gegebenenfalls durch 25 Fluor-, Chlor-, Brom- oder Jodatome, durch C₁₋₃-Alkyl- oder C₁₋₃-Alkyloxygruppen mono- oder disubstituierte Phenylcarbonylgruppe, wobei die Substituenten gleich oder verschieden sein können, eine Pyridinoylgruppe oder eine C₁₋₁₆-Alkanoylgruppe wie die Formyl-, Acetyl-, Propionyl-, Butanoyl-, Pentanoyl- oder Hexanoylgruppe, eine 3,3,3-Trichlorpropionyl- oder Allyloxycarbonylgruppe, eine C₁₋₁₆-Alkyloxy- 30 carbonyl- oder C₁₋₁₆-Alkylcarbonyloxygruppe, in denen Wasserstoffatome ganz oder teilweise durch Fluor- oder Chloratome ersetzt sein können, wie die Methoxy- carbonyl-, Ethoxycarbonyl-, Propoxycarbonyl-, Isopropoxycarbonyl-, Butoxycarbonyl-, tert.-Butoxycarbonyl-, Pentoxy carbonyl-, Hexoxycarbonyl-, Octyloxycarbonyl-, Nonyl-

oxycarbonyl-, Decyloxycarbonyl-, Undecyloxycarbonyl-, Dodecyloxycarbonyl-, Hexa-
decyloxycarbonyl-, Methylcarbonyloxy-, Ethylcarbonyloxy-, 2,2,2-Trichlorethyl-
carbonyloxy-, Propylcarbonyloxy-, Isopropylcarbonyloxy-, Butylcarbonyloxy-,
tert.Butylcarbonyloxy-, Pentylcarbonyloxy-, Hexylcarbonyloxy-, Octylcarbonyloxy-,
5 Nonylcarbonyloxy-, Decylcarbonyloxy-, Undecylcarbonyloxy-, Dodecylcarbonyloxy-
oder Hexadecylcarbonyloxygruppe, eine Phenyl-C₁₋₆-alkyloxycarbonylgruppe wie die
Benzoyloxycarbonyl-, Phenylethoxycarbonyl- oder Phenylpropoxycarbonylgruppe,
eine 3-Amino-propionylgruppe, in der die Aminogruppe durch C₁₋₆-Alkyl- oder
C₃₋₇-Cycloalkylgruppen mono- oder disubstituiert und die Substituenten gleich oder
10 verschieden sein können, eine C₁₋₃-Alkylsulfonyl-C₂₋₄-alkyloxycarbonyl-,
C₁₋₃-Alkyloxy-C₂₋₄-alkyloxy-C₂₋₄-alkyloxycarbonyl-, R_p-CO-O-(R_qCR_r)-O-CO-,
15 C₁₋₆-Alkyl-CO-NH-(R_sCR_t)-O-CO- oder C₁₋₆-Alkyl-CO-O-(R_sCR_t)-(R_sCR_t)-O-CO-
Gruppe, in denen R_p bis R_r wie vorstehend erwähnt definiert sind,

15 R_s und R_t, die gleich oder verschieden sein können, Wasserstoffatome oder
C₁₋₃-Alkylgruppen darstellen,
zu verstehen.

20 Des Weiteren schließen die in den vor- und nachstehenden Definitionen erwähnten
gesättigten Alkyl- und Alkyloxyteile, die mehr als 2 Kohlenstoffatome enthalten,
soweit nichts Anderes erwähnt wurde, auch deren verzweigte Isomere wie beispiels-
weise die Isopropyl-, tert.Butyl-, Isobutylgruppe etc. ein.

25 Bevorzugt sind diejenigen Verbindungen der allgemeinen Formel I, in denen
R¹, R² und R³ wie oben erwähnt definiert sind und
30 R⁴ eine Pyrrolidin-1-ylgruppe, die in 3-Stellung durch eine Aminogruppe substituiert
ist,
eine Piperidin-1-ylgruppe, die in 3-Stellung durch eine Amino-gruppe substituiert ist,

eine Hexahydroazepin-1-yl-gruppe, die in 3-Stellung oder in 4-Stellung durch eine Aminogruppe substituiert ist,

eine (2-Aminocyclohexyl)amino-Gruppe,

5

eine Cyclohexylgruppe, die in 3-Stellung durch eine Aminogruppe substituiert ist,
oder

10 eine N-(2-Aminoethyl)-methylamino- oder eine N-(2-Aminoethyl)-ethylamino-Gruppe
bedeutet,

15 wobei, soweit nichts anderes erwähnt wurde, die vorstehend erwähnten Alkyl-,
Alkenyl- und Alkinylgruppen geradkettig oder verzweigt sein können,

deren Tautomere, Enantiomere, Diastereomere, deren Gemische und Salze.

Besonders bevorzugt sind diejenigen Verbindungen der allgemeinen Formel I, in
denen

20 R¹ eine Phenylcarbonylmethylgruppe, in der der Phenylteil durch R¹⁰ substituiert ist,
wobei

25 R¹⁰ eine Formylaminogruppe,

eine C₃₋₇-Cycloalkyl-carbonylamino- oder C₃₋₇-Cycloalkyl-C₁₋₃-alkyl-
carbonylamino-Gruppe,

eine C₆₋₉-Bicycloalkyl-carbonylaminogruppe,

30

eine C₅₋₇-Cycloalkyl-carbonylaminogruppe, in der

eine Methylengruppe durch ein Sauerstoff- oder Schwefelatom oder durch eine Imino-, Sulfinyl- oder Sulfonylgruppe ersetzt ist,

5 eine (1,3-Dioxolanyl)-carbonylamino-, (1,4-Dioxanyl)-carbonylamino-, Morpholin-2-yl-carbonylamino-, Morpholin-3-ylcarbonylamino- oder Piperazin-2-yl-carbonylamino-Gruppe,

10 eine C₅₋₇-Cycloalkyl-carbonylaminogruppe, in der eine -CH₂-CH₂- Gruppe durch eine -NH-CO- Gruppe ersetzt ist,

15 eine C₅₋₇-Cycloalkyl-carbonylaminogruppe, in der eine -CH₂-CH₂-CH₂- Gruppe durch eine -NH-CO-O- Gruppe ersetzt ist,

20 eine C₅₋₇-Cycloalkyl-carbonylaminogruppe, in der eine Methylengruppe durch eine Carbonylgruppe ersetzt ist,

25 eine C₄₋₇-Cycloalkenyl-carbonylamino- oder C₄₋₇-Cycloalkenyl-C₁₋₃-alkyl-carbonylamino-Gruppe,

30 eine C₃₋₇-Cycloalkyl-sulfonylamino-, Phenylsulfonylamino- oder Phenyl-C₁₋₃-alkyl-sulfonylamino-Gruppe oder

35 eine Pyridinylcarbonylaminogruppe bedeutet,

40 R² ein Wasserstoffatom,

oder eine C₁₋₃-Alkylgruppe,

45 R³ eine C₄₋₆-Alkenylgruppe,

50 eine 2-Butin-1-ylgruppe oder

55 eine 1-Cyclopenten-1-yl-methyl-Gruppe

und

5 R^4 eine Piperidin-1-ylgruppe, die in 3-Stellung durch eine Aminogruppe substituiert
ist,

eine Hexahydroazepin-1-yl-gruppe, die in 3-Stellung oder in 4-Stellung durch eine
Aminogruppe substituiert ist,

10 eine (2-Aminocyclohexyl)amino-Gruppe,

15 eine Cyclohexylgruppe, die in 3-Stellung durch eine Aminogruppe substituiert ist,
oder

20 eine N-(2-Aminoethyl)-methylamino- oder eine N-(2-Aminoethyl)-ethylamino-Gruppe
bedeuten,

wobei, soweit nichts anderes erwähnt wurde, die vorstehend erwähnten Alkyl-,
Alkenyl- und Alkinylgruppen geradkettig oder verzweigt sein können,

25 deren Tautomere, Enantiomere, Diastereomere, deren Gemische und deren Salze.

30 Ganz besonders bevorzugt sind diejenigen Verbindungen der allgemeinen Formel I,
in denen

35 R^1 eine Phenylcarbonylmethyl-Gruppe, in der der Phenylteil durch eine Formylamino-,
Pyridinylcarbonylamino- oder Cyclopropylcarbonylamino-Gruppe substituiert ist,

40 R^2 eine Methylgruppe,

45 R^3 eine 2-Buten-1-yl- oder 3-Methyl-2-buten-1-yl-Gruppe oder

eine 2-Butin-1-yl-Gruppe

und

5 R⁴ eine (3-Amino-piperidin-1-yl)-Gruppe bedeuten,

deren Tautomere, Enantiomere, Diastereomere, deren Gemische und deren Salze,

10 insbesondere jedoch diejenigen Verbindungen der allgemeinen Formel I, in denen

R¹ eine [2-(Cyclopropylcarbonylamino)-phenyl]-carbonylmethyl-Gruppe,

R² eine Methylgruppe,

15 R³ eine 2-Buten-1-yl- oder 3-Methyl-2-buten-1-yl-Gruppe oder

eine 2-Butin-1-yl-Gruppe

20 und

R⁴ eine (3-Amino-piperidin-1-yl)-Gruppe bedeuten,

deren Tautomere, Enantiomere, Diastereomere, deren Gemische und deren Salze.

25

Folgende Verbindungen der allgemeinen Formel I sind besonders bevorzugt:

(1) 1-[2-(2-Formylamino-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(3-methyl-2-buten-1-yl)-8-(3-
30 amino-piperidin-1-yl)-xanthin,

(2) 1-(2-{(Cyclopropylcarbonyl)amino}-phenyl)-2-oxo-ethyl)-3-methyl-7-(3-methyl-2-
buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin,

Boehringer Ingelheim Pharma KG
55216 Ingelheim

18

(3) 1-[2-(2-Formylamino-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin,

(4) 1-(2-{[(Cyclopropylcarbonyl)amino]-phenyl}-2-oxo-ethyl)-3-methyl-7-((E)-2-buten-1-yl)-8-((R)-3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin,

5 (5) 1-(2-{[(Cyclopropylcarbonyl)amino]-phenyl}-2-oxo-ethyl)-3-methyl-7-((E)-2-

(6) 1-(2-{[(Cyclopropylcarbonyl)amino]-phenyl}-2-oxo-ethyl)-3-methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-((R)-3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin,

10 (7) 1-(2-{[(Cyclopropylcarbonyl)amino]-phenyl}-2-oxo-ethyl)-3-methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-((S)-3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin und

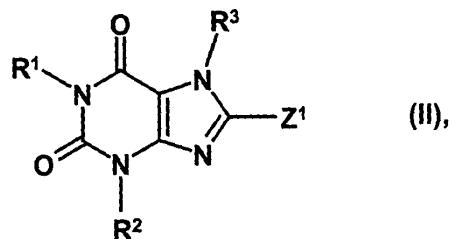
15 (8) 1-[2-(2-[(Pyridin-2-yl)carbonyl]amino)-phenyl]-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-((E)-2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

20 sowie deren Tautomere, Enantiomere, Diastereomere, deren Gemische und deren Salze.

Erfindungsgemäß erhält man die Verbindungen der allgemeinen Formel I nach an sich bekannten Verfahren, beispielsweise nach folgenden Verfahren:

25 a) Zur Herstellung von Verbindungen der allgemeinen Formel I, in der R⁴ einer der eingangs erwähnten, über ein Stickstoffatom mit dem Xanthingerüst verknüpften Reste ist:

Umsetzung einer Verbindung der allgemeinen Formel



in der

R¹ bis R³ wie eingangs erwähnt definiert sind und

5 Z¹ eine Austrittsgruppe wie ein Halogenatom, eine substituierte Hydroxy-, Mercapto-, Sulfinyl-, Sulfonyl- oder Sulfonyloxygruppe, wie beispielsweise ein Chlor- oder Brom-atom, eine Methansulfonyl- oder Methansulfonyloxygruppe darstellt,

mit einem Amin der allgemeinen Formel R⁴-H, in der R⁴ einen der für R⁴ eingangs erwähnten Reste darstellt, der über ein Stickstoffatom mit dem Xanthingerüst

10 verknüpft ist.

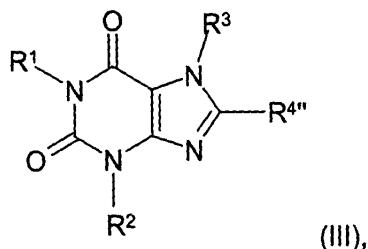
Die Umsetzung wird zweckmäßigerweise in einem Lösungsmittel wie Isopropanol, Butanol, Tetrahydrofuran, Dioxan, Dimethylformamid, Dimethylsulfoxid, Ethylen-glycolmonomethylether, Ethylenglycoldiethylether oder Sulfolan gegebenenfalls in

15 Gegenwart einer anorganischen oder tertiären organischen Base, z.B. Natriumcarbonat, Kaliumcarbonat oder Kaliumhydroxid, einer tertiären organischen Base, z.B. Triethylamin, oder in Gegenwart von N-Ethyl-diisopropylamin (Hünig-Base), wobei diese organischen Basen gleichzeitig auch als Lösungsmittel dienen können, und gegebenenfalls in Gegenwart eines Reaktionsbeschleunigers wie einem Alkali-

20 halogenid oder einem Katalysator auf Palladiumbasis bei Temperaturen zwischen -20 und 180°C, vorzugsweise jedoch bei Temperaturen zwischen -10 und 120°C, durchgeführt. Die Umsetzung kann jedoch auch ohne Lösungsmittel oder in einem Überschuß des Amins der allgemeinen Formel R⁴-H durchgeführt werden.

25 b) Entschützung einer Verbindung der allgemeinen Formel

20



in der R¹, R² und R³ wie eingangs erwähnt definiert sind und
R^{4''} eine der eingangs für R⁴ erwähnten Gruppen bedeutet, die eine Imino-, Amino-
5 oder Alkylaminogruppe enthalten, wobei die Imino-, Amino- bzw. Alkylaminogruppe
durch eine Schutzgruppe substituiert ist, gegebenenfalls gefolgt von einer nach-
träglichen Alkylierung der Imino-, Amino- bzw. C₁₋₃-Alkylaminogruppe.

Die Freisetzung einer Aminogruppe aus einer geschützten Vorstufe ist eine
10 Standardreaktion in der synthetischen organischen Chemie. Als Schutzgruppen
kommen eine Vielzahl von Gruppen in Frage. Eine Übersicht über die Chemie der
Schutzgruppen findet sich in Theodora W. Greene und Peter G.M. Wuts, Protective
Groups in Organic Synthesis, Second Edition, 1991, Verlag John Wiley and Sons
sowie in Philip J. Kocienski, Protecting Groups, Georg Thieme Verlag, 1994.

15 Als Beispiele für Schutzgruppen seien genannt:

die tert.-Butyloxycarbonylgruppe, die sich durch Behandeln mit einer Säure wie bei-
spielsweise Trifluoressigsäure oder Salzsäure oder durch Behandlung mit Brom-
20 trimethylsilan oder Iodtrimethylsilan gegebenenfalls unter Verwendung eines
Lösungsmittels wie Methylenchlorid, Essigester, Dioxan, Methanol, Isopropanol oder
Diethylether bei Temperaturen zwischen 0 und 80°C abspalten lässt,

die 2.2.2-Trichlorethoxycarbonylgruppe, die sich abspalten lässt durch Behandeln mit
25 Metallen wie beispielsweise Zink oder Cadmium in einem Lösungsmittel wie Essig-
säure oder einem Gemisch aus Tetrahydrofuran und einer schwachen wässrigen
Säure bei Temperaturen zwischen 0°C und der Siedetemperatur des verwendeten
Lösungsmittels und

die Carbobenzylloxycarbonylgruppe, die sich beispielsweise abspalten lässt durch Hydrogenolyse in Gegenwart eines Edelmetallkatalysators wie beispielsweise Palladium-Kohle und einem Lösungsmittel wie beispielsweise Alkohole, Essigester, Dioxan, Tetrahydrofuran oder Gemische dieser Lösungsmittel bei Temperaturen

5 zwischen 0°C und dem Siedepunkt des Lösungsmittels, durch Behandeln mit Bortribromid in Methylenchlorid bei Temperaturen zwischen –20°C und Raumtemperatur, oder durch Behandeln mit Aluminiumchlorid/Anisol bei Temperaturen zwischen 0°C und Raumtemperatur.

10 Die gegebenenfalls nachträgliche Einführung eines C₁₋₃-Alkylrests kann mittels Alkylierung oder reduktiver Alkylierung erfolgen.

Die nachträgliche Alkylierung wird gegebenenfalls in einem Lösungsmittel oder Lösungsmittelgemisch wie Methylenchlorid, Dimethylformamid, Benzol, Toluol,

15 Chlorbenzol, Tetrahydrofuran, Benzol/Tetrahydrofuran oder Dioxan mit einem Alkylierungsmittel wie einem entsprechenden Halogenid oder Sulfonsäureester, z.B. mit Methyliodid, Ethylbromid, Dimethylsulfat, gegebenenfalls in Gegenwart einer tertiären organischen Base oder in Gegenwart einer anorganischen Base zweckmäßigerweise bei Temperaturen zwischen 0 und 150°C, vorzugsweise bei Temperaturen zwischen 0 und 100°C, durchgeführt.

20 Die nachträgliche reduktive Alkylierung wird mit einer entsprechenden Carbonylverbindung wie Formaldehyd, Acetaldehyd, Propionaldehyd, Aceton in Gegenwart eines komplexen Metallhydrids wie Natriumborhydrid, Lithiumborhydrid, Natrium-25 triacetoxyborhydrid oder Natriumcyanoborhydrid zweckmäßigerweise bei einem pH-Wert von 6-7 und bei Raumtemperatur oder in Gegenwart eines Hydrierungskatalysators, z.B. mit Wasserstoff in Gegenwart von Palladium/Kohle, bei einem Wasserstoffdruck von 1 bis 5 bar durchgeführt. Die Methylierung kann auch in Gegenwart von Ameisensäure als Reduktionsmittel bei erhöhten Temperaturen, z.B.

30 bei Temperaturen zwischen 60 und 120°C, durchgeführt werden.

Bei den vorstehend beschriebenen Umsetzungen können gegebenenfalls vorhandene reaktive Gruppen wie Carboxy-, Amino-, Alkylamino- oder Iminogruppen

während der Umsetzung durch übliche Schutzgruppen geschützt werden, welche nach der Umsetzung wieder abgespalten werden.

Beispielsweise kommen als Schutzreste für eine Carboxygruppe die Trimethylsilyl-,

5 Methyl-, Ethyl-, tert.-Butyl-, Benzyl- oder Tetrahydropyranylgruppe,

als Schutzreste für eine Amino-, Alkylamino- oder Iminogruppe die Formyl-, Acetyl-,
Trifluoracetyl-, Ethoxycarbonyl-, tert.-Butoxycarbonyl-, Benzyloxycarbonyl-, Benzyl-,
Methoxybenzyl- oder 2,4-Dimethoxybenzylgruppe und für die Aminogruppe zusätz-

10 lich die Phthalylgruppe in Betracht.

Die gegebenenfalls anschließende Abspaltung eines verwendeten Schutzrestes erfolgt beispielsweise hydrolytisch in einem wässrigen Lösungsmittel, z.B. in Wasser, Isopropanol/Wasser, Essigsäure/Wasser, Tetrahydrofuran/Wasser oder Dioxan/Wasser, in Gegenwart einer Säure wie Trifluoressigsäure, Salzsäure oder Schwefelsäure oder in Gegenwart einer Alkalibase wie Natriumhydroxid oder Kaliumhydroxid oder aprotisch, z.B. in Gegenwart von Jodtrimethylsilan, bei Temperaturen zwischen 0 und 120°C, vorzugsweise bei Temperaturen zwischen 10 und 100°C.

20 Die Abspaltung eines Benzyl-, Methoxybenzyl- oder Benzyloxycarbonylrestes erfolgt jedoch beispielsweise hydrogenolytisch, z.B. mit Wasserstoff in Gegenwart eines Katalysators wie Palladium/Kohle in einem geeigneten Lösungsmittel wie Methanol,

15 Ethanol, Essigsäureethylester oder Eisessig gegebenenfalls unter Zusatz einer Säure wie Salzsäure bei Temperaturen zwischen 0 und 100°C, vorzugsweise jedoch bei Raumtemperaturen zwischen 20 und 60°C, und bei einem Wasserstoffdruck von 1 bis 7 bar, vorzugsweise jedoch von 3 bis 5 bar. Die Abspaltung eines 2,4-Dimethoxybenzylrestes erfolgt jedoch vorzugsweise in Trifluoressigsäure in Gegenwart von Anisol.

25 30 Die Abspaltung eines tert.-Butyl- oder tert.-Butyloxycarbonylrestes erfolgt vorzugsweise durch Behandlung mit einer Säure wie Trifluoressigsäure oder Salzsäure oder durch Behandlung mit Jodtrimethylsilan gegebenenfalls unter Verwendung eines Lösungsmittels wie Methylenechlorid, Dioxan, Methanol oder Diethylether.

Die Abspaltung eines Trifluoracetylrestes erfolgt vorzugsweise durch Behandlung mit einer Säure wie Salzsäure gegebenenfalls in Gegenwart eines Lösungsmittels wie Essigsäure bei Temperaturen zwischen 50 und 120°C oder durch Behandlung mit

5 Natronlauge gegebenenfalls in Gegenwart eines Lösungsmittels wie Tetrahydrofuran bei Temperaturen zwischen 0 und 50°C.

Die Abspaltung eines Phthalylrestes erfolgt vorzugsweise in Gegenwart von Hydrazin oder eines primären Amins wie Methylamin, Ethylamin oder n-Butylamin in einem

10 Lösungsmittel wie Methanol, Ethanol, Isopropanol, Toluol/Wasser oder Dioxan bei Temperaturen zwischen 20 und 50°C.

Ferner können die erhaltenen Verbindungen der allgemeinen Formel I, wie bereits eingangs erwähnt wurde, in ihre Enantiomeren und/oder Diastereomeren aufgetrennt werden. So können beispielsweise cis-/trans-Gemische in ihre cis- und trans-Iso-

15 mere, und Verbindungen mit mindestens einem optisch aktiven Kohlenstoffatom in ihre Enantiomeren aufgetrennt werden.

So lassen sich beispielsweise die erhaltenen cis-/trans-Gemische durch Chromatographie in ihre cis- und trans-Isomeren, die erhaltenen Verbindungen der allgemeinen Formel I, welche in Racematen auftreten, nach an sich bekannten Methoden (siehe Allinger N. L. und Eliel E. L. in "Topics in Stereochemistry", Vol. 6, Wiley Interscience, 1971) in ihre optischen Antipoden und Verbindungen der allgemeinen Formel I mit mindestens 2 asymmetrischen Kohlenstoffatomen auf Grund ihrer

20 physikalisch-chemischen Unterschiede nach an sich bekannten Methoden, z.B. durch Chromatographie und/oder fraktionierte Kristallisation, in ihre Diastereomeren auf trennen, die, falls sie in racemischer Form anfallen, anschließend wie oben erwähnt in die Enantiomeren getrennt werden können.

30 Die Enantiomerentrennung erfolgt vorzugsweise durch Säulentrennung an chiralen Phasen oder durch Umkristallisieren aus einem optisch aktiven Lösungsmittel oder durch Umetzen mit einer, mit der racemischen Verbindung Salze oder Derivate wie z.B. Ester oder Amide bildenden optisch aktiven Substanz, insbesondere Säuren und

ihre aktivierte Derivate oder Alkohole, und Trennen des auf diese Weise erhaltenen diastereomeren Salzgemisches oder Derivates, z.B. auf Grund von verschiedenen Löslichkeiten, wobei aus den reinen diastereomeren Salzen oder Derivaten die freien Antipoden durch Einwirkung geeigneter Mittel freigesetzt werden können. Besonders 5 gebräuchliche, optisch aktive Säuren sind z.B. die D- und L-Formen von Weinsäure oder Dibenzoylweinsäure, Di-O-p-toluoyl-weinsäure, Äpfelsäure, Mandelsäure, Camphersulfonsäure, Glutaminsäure, Asparaginsäure oder Chinasäure. Als optisch aktiver Alkohol kommt beispielsweise (+)- oder (-)-Menthol und als optisch aktiver Acylrest in Amiden beispielsweise (+)-oder (-)-Menthoxycarbonyl in Betracht.

10

Des Weiteren können die erhaltenen Verbindungen der Formel I in ihre Salze, insbesondere für die pharmazeutische Anwendung in ihre physiologisch verträglichen Salze mit anorganischen oder organischen Säuren, übergeführt werden. Als Säuren kommen hierfür beispielsweise Salzsäure, Bromwasserstoffsäure, Schwefelsäure, 15 Methansulfonsäure, Phosphorsäure, Fumarsäure, Bernsteinsäure, Milchsäure, Zitronensäure, Weinsäure oder Maleinsäure in Betracht.

Außerdem lassen sich die so erhaltenen neuen Verbindungen der Formel I, falls 20 diese eine Carboxygruppe enthalten, gewünschtenfalls anschließend in ihre Salze mit anorganischen oder organischen Basen, insbesondere für die pharmazeutische Anwendung in ihre physiologisch verträglichen Salze, überführen. Als Basen kommen hierbei beispielsweise Natriumhydroxid, Kaliumhydroxid, Arginin, Cyclohexylamin, Ethanolamin, Diethanolamin und Triethanolamin in Betracht.

25 Die als Ausgangsstoffe verwendeten Verbindungen der allgemeinen Formeln II und III sind entweder literaturbekannt oder man erhält diese nach an sich literaturbekannten Verfahren (siehe Beispiele I bis VII).

Wie bereits eingangs erwähnt, weisen die erfindungsgemäßen Verbindungen der 30 allgemeinen Formel I und ihre physiologisch verträglichen Salze wertvolle pharmakologische Eigenschaften auf, insbesondere eine Hemmwirkung auf das Enzym DPP-IV.

Die biologischen Eigenschaften der neuen Verbindungen wurden wie folgt geprüft:

Die Fähigkeit der Substanzen und ihrer entsprechenden Salze, die DPP-IV Aktivität zu hemmen, kann in einem Versuchsaufbau gezeigt werden, in dem ein Extrakt der 5 humanen Koloncarcinomzelllinie Caco-2 als DPP IV Quelle benutzt wird. Die Differenzierung der Zellen, um die DPP-IV Expression zu induzieren, wurde nach der Beschreibung von Reiher et al. in einem Artikel mit dem Titel "Increased expression of intestinal cell line Caco-2", erschienen in Proc. Natl. Acad. Sci. Vol. 90, Seiten 10 5757-5761 (1993), durchgeführt. Der Zellextrakt wurde von in einem Puffer (10mM Tris HCl, 0.15 M NaCl, 0.04 t.i.u. Aprotinin, 0.5% Nonidet-P40, pH 8.0) solubilisierten Zellen durch Zentrifugation bei 35,000 g für 30 Minuten bei 4°C (zur Entfernung von 15 Zelltrümmern) gewonnen.

Der DPP-IV Assay wurde wie folgt durchgeführt:

15 50 µl Substratlösung (AFC; AFC ist Amido-4-trifluormethylcoumarin), Endkonzentration 100 µM, wurden in schwarze Mikrotiterplatten vorgelegt. 20 µl Assay Puffer (Endkonzentrationen 50 mM Tris HCl pH 7.8, 50 mM NaCl, 1 % DMSO) wurde zu-
20 pipettiert. Die Reaktion wurde durch Zugabe von 30 µl solubilisiertem Caco-2 Protein (Endkonzentration 0.14 µg Protein pro Well) gestartet. Die zu überprüfenden Test-
substanzen wurden typischerweise in 20 µl vorverdünnt zugefügt, wobei das Assay-
puffervolumen dann entsprechend reduziert wurde. Die Reaktion wurde bei Raum-
25 temperatur durchgeführt, die Inkubationsdauer betrug 60 Minuten. Danach wurde die Fluoreszenz in einem Victor 1420 Multilabel Counter gemessen, wobei die An-
regungswellenlänge bei 405 nm und die Emissionswellenlänge bei 535 nm lag.
Leerwerte (entsprechend 0 % Aktivität) wurden in Ansätzen ohne Caco-2 Protein
25 (Volumen ersetzt durch Assay Puffer), Kontrollwerte (entsprechend 100 % Aktivität)
wurden in Ansätzen ohne Substanzzusatz erhalten. Die Wirkstärke der jeweiligen
Testsubstanzen, ausgedrückt als IC₅₀ Werte, wurden aus Dosis-Wirkungs Kurven
30 berechnet, die aus jeweils 11 Meßpunkten bestanden. Hierbei wurden folgende Ergebnisse erhalten:

Verbindung (Beispiel Nr.)	DPP IV-Hemmung IC_{50} [nM]
1	5
1(1)	11
1(2)	3
1(3)	4
1(4)	3
1(5)	3
1(6)	5

Die erfindungsgemäß hergestellten Verbindungen sind gut verträglich, da beispielsweise nach oraler Gabe von 10 mg/kg der Verbindung des Beispiels 1(5) an Ratten keine Änderungen im Verhalten der Tiere beobachtet werden konnten.

Im Hinblick auf die Fähigkeit, die DPP-IV Aktivität zu hemmen, sind die erfindungsgemäß Verbindungen der allgemeinen Formel I und ihre entsprechenden pharmazeutisch akzeptablen Salze geeignet, alle diejenigen Zustände oder Krankheiten zu beeinflussen, die durch eine Hemmung der DPP-IV Aktivität beeinflusst werden können. Es ist daher zu erwarten, daß die erfindungsgemäß Verbindungen zur Prävention oder Behandlung von Krankheiten oder Zuständen wie Diabetes mellitus Typ I und Typ II, diabetische Komplikationen, metabolische Azidose oder Ketose, Insulinresistenz, Dyslipidämien unterschiedlichster Genese, Arthritis, Atherosklerose und verwandte Erkrankungen, Adipositas, Allograft Transplantation und durch Calcitonin verursachte Osteoporose geeignet sind. Darüberhinaus sind diese Substanzen geeignet, die B-Zelldegeneration wie z.B. Apoptose oder Nekrose von pankreatischen B-Zellen zu verhindern. Die Substanzen sind weiter geeignet, die Funktionalität von pankreatischen Zellen zu verbessern oder wiederherzustellen, daneben die Anzahl und Größe von pankreatischen B-Zellen zu erhöhen. Zusätzlich und begründet durch die Rolle der Glucagon-Like Peptide, wie z.B. GLP-1 und GLP-2 und deren Verknüpfung mit DPP-IV Inhibition, wird erwartet, daß die erfindungsgemäß Verbindungen geeignet sind, um unter anderem einen sedierenden oder angstlösenden Effekt zu erzielen, darüberhinaus katabole Zustände nach Operationen oder hormonelle Stressantworten günstig zu beeinflussen oder die Mortalität und Morbidität nach

Myokardinfarkt reduzieren zu können. Darüberhinaus sind sie geeignet zur Behandlung von allen Zuständen, die im Zusammenhang mit oben genannten Effekten stehen und durch GLP-1 oder GLP-2 vermittelt sind. Die erfindungsgemäßen Verbindungen sind ebenfalls als Diuretika oder Antihypertensiva einsetzbar und zur

5 Prävention und Behandlung des akuten Nierenversagens geeignet. Ebenso sind sie zur Prävention und Therapie von chronischen entzündlichen Darmerkrankungen geeignet. Darüberhinaus wird erwartet, daß DPP-IV Inhibitoren und somit auch die erfindungsgemäßen Verbindungen zur Behandlung der Unfruchtbarkeit oder zur Verbesserung der Fruchtbarkeit beim Menschen oder im Säugetierorganismus

10 verwendet werden können, insbesondere dann, wenn die Unfruchtbarkeit im Zusammenhang mit einer Insulinresistenz oder mit dem polyzystischen Ovarialsyndrom

● steht. Des weiteren sind die Substanzen geeignet, Mangelzustände von Wachstums-
hormon, die mit Minderwuchs einhergehen, zu beeinflussen.

15 Die erfindungsgemäßen Verbindungen können auch in Kombination mit anderen Wirkstoffen verwendet werden. Zu den zu einer solchen Kombination geeigneten Therapeutika gehören z.B. Antidiabetika, wie etwa Metformin, Sulfonylharnstoffe (z.B. Glibenclamid, Tolbutamid, Glimepiride), Nateglinide, Repaglinide, Thiazolidindione (z.B. Rosiglitazone, Pioglitazone), PPAR-gamma-Agonisten (z.B. GI 262570),

20 alpha-Glucosidasehemmer (z.B. Acarbose, Voglibose), alpha2-Antagonisten, Insulin und Insulinanaloga, GLP-1 und GLP-1 Analoga (z.B. Exendin-4) oder Amylin. Daneben Inhibitoren der Proteintyrosinphosphatase 1, Substanzen, die eine

● deregulierte Glucoseproduktion in der Leber beeinflussen, wie z.B. Inhibitoren der Glucose-6-phosphatase, oder der Fructose-1,6-bisphosphatase, der Glycogen-
25 phosphorylase, Glucagonrezeptor Antagonisten und Inhibitoren der Phosphoenol-pyruvatcarboxykinase, der Glykogensynthasekinase oder der Pyruvatdehydrokinase, Lipidsenker, wie etwa HMG-CoA-Reduktasehemmer (z.B. Simvastatin, Atorvastatin), Fibrate (z.B. Bezafibrat, Fenofibrat), Nikotinsäure und deren Derivate, Cholesterol-
resorptionsinhibitoren wie zum Beispiel Ezetimibe, gallensäurebindende Substanzen wie zum Beispiel Colestyramin, HDL-erhöhende Verbindungen wie zum Beispiel
30 Inhibitoren von CETP oder Regulatoren von ABC1 oder Wirkstoffe zur Behandlung von Obesitas, wie etwa Sibutramin oder Tetrahydrolipstatin oder β 3-Agonisten wie SB-418790 oder AD-9677.

Daneben ist eine Kombination mit Medikamenten zur Beeinflussung des Bluthochdrucks wie z.B. AI1 Antagonisten oder ACE Inhibitoren, Diuretika, β -Blocker und andere oder Kombinationen daraus geeignet.

- 5 Die zur Erzielung einer entsprechenden Wirkung erforderliche Dosierung beträgt zweckmäßigerweise bei intravenöser Gabe 1 bis 100 mg, vorzugsweise 1 bis 30 mg, und bei oraler Gabe 1 bis 1000 mg, vorzugsweise 1 bis 100 mg, jeweils 1 bis 4 x täglich. Hierzu lassen sich die erfindungsgemäß hergestellten Verbindungen der Formel I, gegebenenfalls in Kombination mit anderen Wirksubstanzen, zusammen
- 10 mit einem oder mehreren inerten üblichen Trägerstoffen und/oder Verdünnungsmitteln, z.B. mit Maisstärke, Milchzucker, Rohrzucker, mikrokristalliner Zellulose,
- 15 Magnesiumstearat, Polyvinylpyrrolidon, Zitronensäure, Weinsäure, Wasser, Wasser/Ethanol, Wasser/Glycerin, Wasser/Sorbit, Wasser/Polyethylenglykol, Propylenglykol, Cetylstearylalkohol, Carboxymethylcellulose oder fetthaltigen Substanzen wie Hartfett oder deren geeigneten Gemischen, in übliche galenische Zubereitungen wie Tabletten, Dragées, Kapseln, Pulver, Suspensionen oder Zäpfchen einarbeiten.

Die nachfolgenden Beispiele sollen die Erfindung näher erläutern:

Herstellung der Ausgangsverbindungen:

Beispiel I

5 1-[2-(2-Formylamino-phenyl)-2-oxo-ethyl]- 3-methyl-7-(3-methyl-2-buten-1-yl)-8-[3-(tert.-butyloxycarbonylamino)-piperidin-1-yl]-xanthin

Ein Gemisch aus 1.2 ml Ameisensäure und 2 ml Essigsäureanhydrid wird für 10 Minuten auf 60°C erhitzt. Dann wird 1 ml dieser Mischung zu 226 mg 1-[2-(2-Amino-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(3-methyl-2-buten-1-yl)-8-[3-(tert.-butyloxycarbonylamino)-piperidin-1-yl]-xanthin gegeben und das Reaktionsgemisch wird 15 Minuten bei 80°C gerührt. Zur Aufarbeitung wird das Reaktionsgemisch mit Methylenchlorid versetzt und langsam mit gesättigter Kaliumcarbonat-Lösung alkalisch gestellt. Die wässrige Phase wird mit Methylenchlorid extrahiert und die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet und eingeengt. Das Rohprodukt wird ohne weitere Reinigung weiter umgesetzt.

Ausbeute: 186 mg (78 % der Theorie)

R_f-Wert: 0.40 (Kieselgel, Cyclohexan/Essigester = 3:7)

Massenspektrum (ESI⁺): m/z = 594 [M+H]⁺

20 Analog Beispiel I werden folgende Verbindungen erhalten:

(1) 1-[2-(2-Formylamino-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-[3-(tert.-butyloxycarbonylamino)-piperidin-1-yl]-xanthin

R_f-Wert: 0.23 (Kieselgel, Cyclohexan/Essigester = 3:7)

25 Massenspektrum (ESI⁺): m/z = 578 [M+H]⁺

Beispiel II

30 1-[2-(2-Amino-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(3-methyl-2-buten-1-yl)-8-[3-(tert.-butyloxycarbonylamino)-piperidin-1-yl]-xanthin

hergestellt durch Behandeln von 1-[2-(2-Nitro-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(3-methyl-2-buten-1-yl)-8-[3-(tert.-butyloxycarbonylamino)-piperidin-1-yl]-xanthin mit

Eisenpulver in einem Gemisch aus Ethanol, Wasser und Eisessig (150:50:14) bei 90°C.

Massenspektrum (ESI⁺): m/z = 566 [M+H]⁺

5 Analog Beispiel II werden folgende Verbindungen erhalten:

(1) 1-[2-(2-Amino-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-brom-xanthin

Massenspektrum (ESI⁺): m/z = 430, 432 [M+H]⁺

10 (2) 1-[2-(2-Amino-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-((E)-2-buten-1-yl)-8-[(R)-3-(tert.-butyloxycarbonylamino)-piperidin-1-yl]-xanthin

● Massenspektrum (ESI⁺): m/z = 552 [M+H]⁺

(3) 1-[2-(2-Amino-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-((E)-2-buten-1-yl)-8-brom-xanthin

15 R_f-Wert: 0.62 (Kieselgel, Cyclohexan/Essigester = 4:6)

Massenspektrum (ESI⁺): m/z = 432, 434 [M+H]⁺

Beispiel III

20

1-[2-(2-Nitro-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(3-methyl-2-buten-1-yl)-8-[3-(tert.-butyloxycarbonylamino)-piperidin-1-yl]-xanthin

25 Zu 4.40 g 1-[2-(2-Nitro-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(3-methyl-2-buten-1-yl)-8-chlor-xanthin und 1.30 g Natriumcarbonat in 50 ml Dimethylsulfoxid werden bei 65°C 2.20 g 3-tert.-Butyloxycarbonylamino-piperidin gegeben. Das Reaktionsgemisch wird ca. 16 h bei 65°C gerührt. Nach Abkühlung auf Raumtemperatur wird es auf ein Gemisch aus 600 ml Wasser und 100 g Eis gegossen. Der entstandene Niederschlag wird abgesaugt und mit Wasser nachgewaschen. Der Filterkuchen wird in Diethyl-ether gelöst, die Lösung getrocknet und eingeengt. Der braune, harzige Kolbenrückstand wird mit Diisopropylether zur Kristallisation gebracht.

30 Ausbeute: 3.30 g (54 % der Theorie)

R_f-Wert: 0.52 (Kieselgel, Cyclohexan/Essigester = 3:7)

Massenspektrum (ESI⁺): m/z = 596 [M+H]⁺

Analog Beispiel III werden folgende Verbindungen erhalten:

(1) 1-[2-(2-Amino-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-[3-(tert.-butyloxy-carbonylamino)-piperidin-1-yl]-xanthin

5 R_f-Wert: 0.50 (Kieselgel, Methylengelchlorid/Methanol = 95:5)

Massenspektrum (ESI⁺): m/z = 550 [M+H]⁺

(2) 1-[2-(2-Nitro-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-((E)-2-buten-1-yl)-8-[(R)-3-(tert.-butyloxycarbonylamino)-piperidin-1-yl]-xanthin

10 R_f-Wert: 0.50 (Kieselgel, Cyclohexan/Essigester = 1:2)

(3) 1-[2-(2-Amino-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-((E)-2-buten-1-yl)-8-[(S)-3-(tert.-butyloxycarbonylamino)-piperidin-1-yl]-xanthin

15 R_f-Wert: 0.40 (Kieselgel, Cyclohexan/Essigester = 4:6)

Massenspektrum (ESI⁺): m/z = 552 [M+H]⁺

(4) 3-Methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-[(R)-3-(tert.-butyloxycarbonylamino)-piperidin-1-yl]-xanthin

20 Schmelzpunkt: 197-200°C

Massenspektrum (ESI⁺): m/z = 417 [M+H]⁺

(5) 3-Methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-[(S)-3-(tert.-butyloxycarbonylamino)-piperidin-1-yl]-xanthin

25 R_f-Wert: 0.52 (Kieselgel, Essigester)

Massenspektrum (ESI⁺): m/z = 417 [M+H]⁺

(6) 1-[2-(2-Amino-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-((E)-2-buten-1-yl)-8-[3-(tert.-butyloxycarbonylamino)-piperidin-1-yl]-xanthin

30 R_f-Wert: 0.20 (Kieselgel, Cyclohexan/Essigester = 1:1)

Massenspektrum (ESI⁺): m/z = 552 [M+H]⁺

Beispiel IV

1-[2-(2-Nitro-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(3-methyl-2-buten-1-yl)-8-chlor-xanthin

Ein Gemisch aus 6.02 g 3-Methyl-7-(3-methyl-2-buten-1-yl)-8-chlor-xanthin, 5.86 g 2-

5 Brom-1-(2-nitro-phenyl)-ethanon und 5.00 g Kaliumcarbonat in 150 ml N,N-Dimethyl-formamid wird ca. 26 h bei 60°C gerührt. Zur Aufarbeitung wird das abgekühlte Reaktionsgemisch auf ein Gemisch aus 500 ml 1 N Natronlauge und 200 g Eis gegossen. Der entstandene Niederschlag wird abgesaugt und getrocknet.

Ausbeute: 6.32 g (65 % der Theorie)

10 R_f -Wert: 0.50 (Kieselgel, Cyclohexan/Essigester = 4:6)

Massenspektrum (ESI $^+$): m/z = 432, 434 [M+H] $^+$

Analog Beispiel IV werden folgende Verbindungen erhalten:

15 (1) 1-[2-(2-Nitro-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-brom-xanthin

R_f -Wert: 0.77 (Kieselgel, Methylenchlorid/Methanol = 95:5)

Massenspektrum (ESI $^+$): m/z = 460, 462 [M+H] $^+$

(2) 1-[2-(2-Nitro-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-((E)-2-buten-1-yl)-8-brom-xanthin

20 R_f -Wert: 0.50 (Kieselgel, Cyclohexan/Essigester = 1:1)

Massenspektrum (ESI $^+$): m/z = 462, 464 [M+H] $^+$

(3) 1-[2-(2-Nitro-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-[(*R*)-3-(tert.-butyloxycarbonylamino)-piperidin-1-yl]-xanthin

25 R_f -Wert: 0.60 (Kieselgel, Methylenchlorid/Methanol = 95:5)

(4) 1-[2-(2-Nitro-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-[(*S*)-3-(tert.-butyloxycarbonylamino)-piperidin-1-yl]-xanthin

R_f -Wert: 0.60 (Kieselgel, Methylenchlorid/Methanol = 95:5)

30 Massenspektrum (ESI $^+$): m/z = 580 [M+H] $^+$

Beispiel V

3-Methyl-7-(3-methyl-2-buten-1-yl)-8-chlor-xanthin

Zu 10.56 g 3-Methyl-8-chlor-xanthin und 17 ml Hünigbase in 100 ml N,N-Dimethylformamid werden 5.87 ml 1-Brom-3-methyl-2-buten gegeben. Das Reaktionsgemisch wird ca. 10 Minuten bei Raumtemperatur nachgerührt und anschließend mit 800 ml Wasser versetzt. Der entstandene helle Niederschlag wird abgesaugt, mit Ethanol und Diethylether nachgewaschen und getrocknet.

Ausbeute: 10.56 g (81 % der Theorie)

Massenspektrum (ESI⁺): m/z = 269, 271 [M+H]⁺

10

Analog Beispiel V werden folgende Verbindungen erhalten:

(1) 3-Methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-brom-xanthin

R_f-Wert: 0.72 (Kieselgel, Essigester)

15 Massenspektrum (ESI⁺): m/z = 297, 299 [M+H]⁺

(2) 3-Methyl-7-((E)-2-buten-1-yl)-8-brom-xanthin

Massenspektrum (ESI⁺): m/z = 299, 301 [M+H]⁺

20

Beispiel VI

1-2-{2-[(Cyclopropylcarbonyl)amino]-phenyl}-2-oxo-ethyl)-3-methyl-7-(3-methyl-2-buten-1-yl)-8-8-[3-(tert.-butyloxycarbonylamino)-piperidin-1-yl]-xanthin

25 Ein Gemisch aus 242 mg 1-[2-(2-Amino-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(3-methyl-2-buten-1-yl)-8-[3-(tert.-butyloxycarbonylamino)-piperidin-1-yl]-xanthin und 44 µl Pyridin in N,N-Dimethylformamid wird mit 39 µl Cyclopropancarbonsäurechlorid versetzt und 2 h bei 80°C gerührt. Dann werden nochmals 20 µl Pyridin und 30 µl Cyclopropancarbonsäurechlorid zugegeben. Nach weiteren 10 h bei 80°C wird das abgekühlte

30 Reaktionsgemisch mit Methylenechlorid verdünnt und mit Wasser versetzt. Die wässrige Phase wird mit Methylenechlorid extrahiert und die vereinigten organischen Phasen werden eingeeengt. Das Rohprodukt wird über eine Kieselgel-Säule mit Cyclohexan/Essigester (7:3 auf 4:6) als Laufmittel gereinigt.

Ausbeute: 90 mg (33 % der Theorie)

R_f-Wert: 0.60 (Kieselgel, Cyclohexan/Essigester = 3:7)

Analog Beispiel VI werden folgende Verbindungen erhalten:

5

(1) 1-(2-{2-[(Cyclopropylcarbonyl)amino]-phenyl}-2-oxo-ethyl)-3-methyl-7-((E)-2-buten-1-yl)-8-[(*R*)-3-(tert.-butyloxycarbonylamino)-piperidin-1-yl]-xanthin

R_f-Wert: 0.30 (Kieselgel, Cyclohexan/Essigester/Isopropanol = 8:1:1)

Massenspektrum (ESI⁺): m/z = 620 [M+H]⁺

10

(2) 1-(2-{2-[(Cyclopropylcarbonyl)amino]-phenyl}-2-oxo-ethyl)-3-methyl-7-((E)-2-buten-1-yl)-8-[(*S*)-3-(tert.-butyloxycarbonylamino)-piperidin-1-yl]-xanthin

R_f-Wert: 0.53 (Kieselgel, Cyclohexan/Essigester/Isopropanol = 14:3:3)

Massenspektrum (ESI⁺): m/z = 620 [M+H]⁺

15

(3) 1-(2-{2-[(Cyclopropylcarbonyl)amino]-phenyl}-2-oxo-ethyl)-3-methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-[(*R*)-3-(tert.-butyloxycarbonylamino)-piperidin-1-yl]-xanthin

R_f-Wert: 0.35 (Kieselgel, Methylenchlorid/Methanol = 95:5)

Massenspektrum (ESI⁺): m/z = 618 [M+H]⁺

20

(4) 1-(2-{2-[(Cyclopropylcarbonyl)amino]-phenyl}-2-oxo-ethyl)-3-methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-[(*S*)-3-(tert.-butyloxycarbonylamino)-piperidin-1-yl]-xanthin

R_f-Wert: 0.35 (Kieselgel, Methylenchlorid/Methanol = 95:5)

Massenspektrum (ESI⁺): m/z = 618 [M+H]⁺

25

(5) 1-[2-(2-[(Pyridin-2-yl)carbonyl]amino)-phenyl]-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-((E)-2-buten-1-yl)-8-[3-(tert.-butyloxycarbonylamino)-piperidin-1-yl]-xanthin

R_f-Wert: 0.55 (Kieselgel, Cyclohexan/Essigester/Isopropanol = 14:3:3)

Massenspektrum (ESI⁺): m/z = 657 [M+H]⁺

30

Beispiel VII

1-[2-(2-Amino-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-[(R)-3-(tert.-butyloxy-carbonylamino)-piperidin-1-yl]-xanthin

hergestellt durch Reduktion von 1-[2-(2-Nitro-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-[(R)-3-(tert.-butyloxycarbonylamino)-piperidin-1-yl]-xanthin mit Natrium-5-dithionit in einem Gemisch aus Methylglykol und Wasser (3:2) bei 100°C.
R_f-Wert: 0.50 (Kieselgel, Cyclohexan/Essigester = 4:6)

Analog Beispiel VII werden folgende Verbindungen erhalten:

10 (1) 1-[2-(2-Amino-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-[(S)-3-(tert.-butyloxycarbonylamino)-piperidin-1-yl]-xanthin
R_f-Wert: 0.34 (Kieselgel, Methylenchlorid/Methanol = 95:5)

15 Herstellung der Endverbindungen:

Beispiel 1

1-[2-(2-Formylamino-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(3-methyl-2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

Eine Lösung aus 180 mg 1-[2-(2-Formylamino-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(3-methyl-2-buten-1-yl)-8-[(tert.-butyloxycarbonylamino)-piperidin-1-yl]-xanthin in 4 ml Methylenchlorid wird mit 1 ml Trifluoressigsäure versetzt und eine halbe Stunde bei Raumtemperatur gerührt. Zur Aufarbeitung wird das Reaktionsgemisch mit 1 N Natronlauge leicht alkalisch gestellt und die wässrige Phase wird mit Methylenchlorid extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden eingeeengt und über eine Kieselgel-Säule gereinigt.
Ausbeute: 130 mg (87 % der Theorie)
R_f-Wert: 0.38 (Reversed Phase DC-Fertigplatte (E. Merck), Acetonitril/Wasser/Trifluoressigsäure = 100:100:0.1)
Massenspektrum (ESI⁺): m/z = 494 [M+H]⁺

Analog Beispiel 1 werden folgende Verbindungen erhalten:

(1) 1-(2-{[(Cyclopropylcarbonyl)amino]-phenyl}-2-oxo-ethyl)-3-methyl-7-(3-methyl-2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin
R_f-Wert: 0.35 (Reversed Phase DC-Fertigplatte (E. Merck), Acetonitril/Wasser/
5 Trifluoressigsäure = 100:100:0.1)
Massenspektrum (ESI⁺): m/z = 534 [M+H]⁺

(2) 1-[2-(2-Formylamino-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin
10 R_f-Wert: 0.20 (Kieselgel, Methylenchlorid/Methanol/konz. wässriges Ammoniak = 90:10:1)
Massenspektrum (ESI⁺): m/z = 478 [M+H]⁺

(3) 1-(2-{[(Cyclopropylcarbonyl)amino]-phenyl}-2-oxo-ethyl)-3-methyl-7-((E)-2-buten-1-yl)-8-((R)-3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin
15 R_f-Wert: 0.50 (Reversed Phase DC-Fertigplatte (E. Merck), Acetonitril/Wasser/
Trifluoressigsäure = 50:50:0.1)
Massenspektrum (ESI⁺): m/z = 520 [M+H]⁺

20 (4) 1-(2-{[(Cyclopropylcarbonyl)amino]-phenyl}-2-oxo-ethyl)-3-methyl-7-((E)-2-buten-1-yl)-8-((S)-3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin
R_f-Wert: 0.50 (Reversed Phase DC-Fertigplatte (E. Merck), Acetonitril/Wasser/
Trifluoressigsäure = 50:50:0.1)
25 Massenspektrum (ESI⁺): m/z = 520 [M+H]⁺

(5) 1-(2-{[(Cyclopropylcarbonyl)amino]-phenyl}-2-oxo-ethyl)-3-methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-((R)-3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin
Massenspektrum (ESI⁺): m/z = 518 [M+H]⁺

30 (6) 1-(2-{[(Cyclopropylcarbonyl)amino]-phenyl}-2-oxo-ethyl)-3-methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-((S)-3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin
R_f-Wert: 0.14 (Kieselgel, Methylenchlorid/Methanol/konz. wässriges Ammoniak = 90:10:1)

Massenspektrum (ESI⁺): m/z = 518 [M+H]⁺

(7) 1-[2-(2-[(Pyridin-2-yl)carbonyl]amino)-phenyl]-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-((E)-2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

5 Massenspektrum (ESI⁺): m/z = 557 [M+H]⁺

Analog den vorstehenden Beispielen und anderen literaturbekannten Verfahren können auch die folgenden Verbindungen erhalten werden:

10

(1) 1-(2-{[Cyclobutylcarbonyl]amino}-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(3-methyl-2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

15

(2) 1-(2-{[Cyclopentylcarbonyl]amino}-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(3-methyl-2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

20

(3) 1-(2-{[Cyclohexylcarbonyl]amino}-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-((E)-2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

25

(4) 1-(2-{[Cycloheptylcarbonyl]amino}-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

(5) 1-[2-(2-[(Bicyclo[2.2.1]heptan-1-yl)carbonyl]amino)-phenyl]-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(3-methyl-2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

30

(6) 1-[2-(2-[(Bicyclo[2.2.2]octan-1-yl)carbonyl]amino)-phenyl]-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-((E)-2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

35

(7) 1-[2-(2-{[(1-Cyclobuten-1-yl)carbonyl]amino}-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(3-methyl-2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

(8) 1-[2-(2-{[(1-Cyclopenten-1-yl)carbonyl]amino}-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-[(1-cyclopenten-1-yl)methyl]-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

(9) 1-[2-(2-{{(1-Cyclohexen-1-yl)carbonyl]amino}-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-((E)-2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

5 (10) 1-[2-(2-{{(2-Oxo-cyclohexan-1-yl)carbonyl]amino}-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-[(1-cyclopenten-1-yl)methyl]-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

(11) 1-[2-(2-{{(2,6-Dioxo-cyclohexan-1-yl)carbonyl]amino}-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-[(1-cyclopenten-1-yl)methyl]-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

10 (12) 1-[2-(2-{{(Tetrahydro-furan-2-yl)carbonyl]amino}-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(3-methyl-2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

(13) 1-[2-(2-{{(Tetrahydro-furan-3-yl)carbonyl]amino}-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

15 (14) 1-[2-(2-{{(Tetrahydro-thiophen-2-yl)carbonyl]amino}-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-[(1-cyclopenten-1-yl)methyl]-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

20 (15) 1-[2-(2-{{(Tetrahydro-thiophen-3-yl)carbonyl]amino}-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

(16) 1-[2-(2-{{(1-Oxo-tetrahydro-thiophen-2-yl)carbonyl]amino}-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-[(1-cyclopenten-1-yl)methyl]-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

25 (17) 1-[2-(2-{{(1,1-Dioxo-tetrahydro-thiophen-2-yl)carbonyl]amino}-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-[(1-cyclopenten-1-yl)methyl]-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

(18) 1-[2-(2-{{(Pyrrolidin-2-yl)carbonyl]amino}-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

30 (19) 1-[2-(2-{{(Pyrrolidin-3-yl)carbonyl]amino}-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-((E)-2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

(20) 1-[2-(2-[(Tetrahydro-pyran-2-yl)carbonyl]amino)-phenyl]-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(3-methyl-2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

5 (21) 1-[2-(2-[[1,3]Dioxolan-4-yl)carbonyl]amino)-phenyl]-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-((E)-1-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

(22) 1-[2-(2-[[1,4]Dioxan-2-yl)carbonyl]amino)-phenyl]-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(3-methyl-2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

10 (23) 1-[2-(2-[(Morpholin-2-yl)carbonyl]amino)-phenyl]-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-((E)-2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

15 (24) 1-[2-(2-[(Piperazin-2-yl)carbonyl]amino)-phenyl]-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(3-methyl-2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

(25) 1-[2-(2-[(5-Oxo-pyrrolidin-2-yl)carbonyl]amino)-phenyl]-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-[(1-cyclopenten-1-yl)methyl]-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

20 (26) 1-[2-(2-[(6-Oxo-piperidin-2-yl)carbonyl]amino)-phenyl]-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(3-methyl-2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

25 (27) 1-[2-(2-[(2-Oxo-oxazolidin-4-yl)carbonyl]amino)-phenyl]-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-((E)-1-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

(28) 1-[2-(2-[(Cyclopropylmethyl)carbonyl]amino)-phenyl]-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

30 (29) 1-[2-(2-[(Pyridin-3-yl)carbonyl]amino)-phenyl]-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

(30) 1-(2-[(Cyclopropylsulfonyl)amino]-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

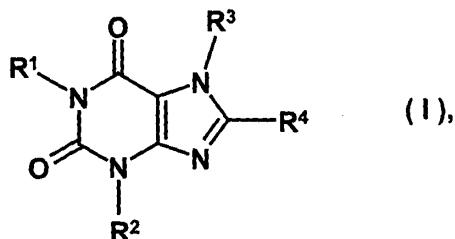
(31) 1-(2-{[(Phenylsulfonyl)amino]-phenyl}-2-oxo-ethyl)-3-methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

5 (32) 1-(2-{[(Benzylsulfonyl)amino]-phenyl}-2-oxo-ethyl)-3-methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

Patentansprüche

1. Verbindungen der allgemeinen Formel

5



in der

10 R¹ eine Phenylcarbonylmethylgruppe, in der der Phenylteil durch R¹⁰ und R¹¹ substituiert ist, wobei

R¹⁰ eine Formylaminogruppe,

15 eine C₃₋₇-Cycloalkyl-carbonylamino- oder C₃₋₇-Cycloalkyl-C₁₋₃-alkyl-carbonylamino-Gruppe,

eine C₆₋₉-Bicycloalkyl-carbonylamino- oder C₆₋₉-Bicycloalkyl-C₁₋₃-alkyl-carbonylaminogruppe,

20

eine C₅₋₇-Cycloalkyl-carbonylaminogruppe, in der

eine Methylengruppe durch ein Sauerstoff- oder Schwefelatom oder durch eine Imino-, Sulfinyl- oder Sulfonylgruppe ersetzt ist,

25

eine C₅₋₇-Cycloalkyl-carbonylaminogruppe, in der eine -CH₂-CH₂- Gruppe durch eine -NH-CO- oder -NH-NH- Gruppe ersetzt ist,

eine C₅₋₇-Cycloalkyl-carbonylaminogruppe, in der eine -CH₂-CH₂-CH₂- Gruppe durch eine -NH-CO-NH-, -NH-CO-O- oder -O-CH₂-O- Gruppe ersetzt ist,

5 eine C₆₋₇-Cycloalkyl-carbonylaminogruppe, in der eine -CH₂-CH₂-CH₂-CH₂- Gruppe durch eine -NH-CH₂-CH₂-NH-, -NH-CO-CH₂-NH-, -NH-CH₂-CH₂-O-,
-NH-CO-CH₂-O- oder -O-CH₂-CH₂-O-Gruppe ersetzt ist,

10 eine Cycloheptyl-carbonylaminogruppe, in der eine -CH₂-CH₂-CH₂-CH₂-CH₂- Gruppe durch eine -NH-CH₂-CH₂-CH₂-NH-, -NH-CO-CH₂-CH₂-NH-, -NH-CH₂-CH₂-CH₂-O-, -NH-CO-CH₂-O- oder -O-CH₂-CH₂-CH₂-O-Gruppe ersetzt ist,

15 eine C₅₋₇-Cycloalkyl-carbonylaminogruppe, in der eine oder zwei Methylen-
gruppen durch Carbonylgruppen ersetzt sind,

20 eine C₄₋₇-Cycloalkenyl-carbonylamino- oder C₄₋₇-Cycloalkenyl-C₁₋₃-alkyl-
carbonylamino-Gruppe,

25 eine C₃₋₇-Cycloalkyl-sulfonylamino-, C₃₋₇-Cycloalkyl-C₁₋₃-alkyl-sulfonylamino-,
Arylsulfonylamino- oder Aryl-C₁₋₃-alkyl-sulfonylamino-Gruppe oder

30 eine Heteroarylcarbonylaminogruppe bedeutet,

25 wobei die in den vorstehend erwähnten Gruppen enthaltenen Iminogruppen
unabhängig voneinander durch eine C₁₋₃-Alkylgruppe substituiert sein können,

und R¹¹ ein Wasserstoff-, Fluor-, Chlor-, Brom- oder Iodatom oder

30 eine C₁₋₃-Alkyl-, C₁₋₃-Alkyloxy-, Difluormethyl-, Trifluormethyl-, Difluormethoxy-,
Trifluormethoxy- oder Cyangruppe bedeutet,

R² ein Wasserstoffatom,

eine C₁₋₆-Alkylgruppe,

eine C₂₋₄-Alkenylgruppe,

5 eine C₃₋₄-Alkinylgruppe,

eine C₃₋₆-Cycloalkylgruppe,

eine C₃₋₆-Cycloalkyl-C₁₋₃-alkylgruppe,

10 eine Tetrahydrofuran-3-yl-, Tetrahydropyran-3-yl-, Tetrahydropyran-4-yl-, Tetra-

hydrofurylmethyl- oder Tetrahydropyrynlmethylgruppe,

hydrofurylmethyl- oder Tetrahydropyrynlmethylgruppe,

eine Arylgruppe,

15

eine Aryl-C₁₋₄-alkylgruppe,

eine Aryl-C₂₋₃-alkenylgruppe,

20 eine Arylcyclon-C₁₋₂-alkylgruppe,

eine Heteroaryl-C₁₋₃-alkylgruppe,

25 eine Furanylcyclonmethyl-, Thienylcyclonmethyl-, Thiazolylcyclonmethyl- oder

eine Pyridylcyclonmethylgruppe,

eine C₁₋₄-Alkyl-carbonyl-C₁₋₂-alkyl-Gruppe,

eine C₃₋₆-Cycloalkyl-carbonyl-C₁₋₂-alkyl-Gruppe,

30 eine Aryl-D-C₁₋₃-alkylgruppe, wobei D eine Sauerstoff- oder Schwefelatom, eine

eine Aryl-D-C₁₋₃-alkylgruppe, wobei D eine Sauerstoff- oder Schwefelatom, eine

Imino-, C₁₋₃-Alkylimino-, Sulfinyl- oder Sulfonylgruppe bedeutet,

eine durch eine Gruppe R_a substituierte C₁₋₄-Alkylgruppe, wobei

5 R_a eine Cyano-, Carboxy-, C₁₋₃-Alkyloxy-carbonyl-, Aminocarbonyl-, C₁₋₃-Alkylamino-carbonyl-, Di-(C₁₋₃-alkyl)-amino-carbonyl-, Pyrrolidin-1-ylcarbonyl-, Piperidin-1-ylcarbonyl-, Morphin-4-ylcarbonyl-, Piperazin-1-ylcarbonyl-, 4-Methylpiperazin-1-ylcarbonyl- oder 4-Ethylpiperazin-1-ylcarbonylgruppe bedeutet,

oder eine durch eine Gruppe R_b substituierte C₂₋₄-Alkylgruppe, wobei

10 R_b eine Hydroxy-, C₁₋₃-Alkyloxy-, Amino-, C₁₋₃-Alkylamino-, Di-(C₁₋₃-alkyl)-amino-, Pyrrolidin-1-yl-, Piperidin-1-yl-, Morphin-4-yl, Piperazin-1-yl-, 4-Methyl-piperazin-1-yl- oder 4-Ethyl-piperazin-1-yl-Gruppe darstellt und durch mindestens zwei Kohlenstoffatome vom Ringstickstoffatom in 3-Stellung des Xanthingerüstes isoliert ist,

15 R³ eine C₃₋₈-Alkylgruppe,

eine durch eine Gruppe R_c substituierte C₁₋₃-Alkylgruppe, wobei

20 R_c eine gegebenenfalls durch eine oder zwei C₁₋₃-Alkylgruppen substituierte C₃₋₇-Cycloalkylgruppe,

25 eine gegebenenfalls durch eine oder zwei C₁₋₃-Alkylgruppen substituierte C₅₋₇-Cycloalkenylgruppe,

eine Arylgruppe oder

30 eine Furanyl-, Thienyl-, Oxazolyl-, Isoxazolyl-, Thiazolyl-, Isothiazolyl-, Pyridyl-, Pyridazinyl-, Pyrimidyl- oder Pyrazinylgruppe bedeutet; wobei die vorstehend erwähnten heterocyclischen Reste jeweils durch eine oder zwei C₁₋₃-Alkylgruppen oder durch ein Fluor-, Chlor-, Brom- oder Iodatom oder

45

durch eine Trifluormethyl-, Cyan- oder C₁₋₃-Alkyloxygruppe substituiert sein
können,

eine C₃₋₈-Alkenylgruppe,

5

eine durch ein Fluor-, Chlor- oder Bromatom, oder eine Trifluormethylgruppe
substituierte C₃₋₆-Alkenylgruppe,

eine C₃₋₈-Alkinylgruppe,

10

eine Arylgruppe oder

15 eine Aryl-C₂₋₄-alkenylgruppe,

und

20 R⁴ eine Azetidin-1-yl- oder Pyrrolidin-1-ylgruppe, die in 3-Stellung durch eine Amino-,
C₁₋₃-Alkylamino- oder eine Di-(C₁₋₃-alkyl)amino-Gruppe substituiert ist und zusätzlich
durch eine oder zwei C₁₋₃-Alkylgruppen substituiert sein kann,

25

eine Piperidin-1-yl- oder Hexahydroazepin-1-ylgruppe, die in 3-Stellung oder in 4-
Stellung durch eine Amino-, C₁₋₃-Alkylamino- oder eine Di-(C₁₋₃-alkyl)amino-Gruppe
substituiert ist und zusätzlich durch eine oder zwei C₁₋₃-Alkylgruppen substituiert sein
kann,

30

eine 3-Amino-piperidin-1-ylgruppe, in der der Piperidin-1-yl-Teil zusätzlich durch eine
Aminocarbonyl-, C₁₋₂-Alkyl-aminocarbonyl-, Di-(C₁₋₂-alkyl)aminocarbonyl-, Pyrrolidin-
1-yl-carbonyl-, (2-Cyan-pyrrolidin-1-yl-)carbonyl-, Thiazolidin-3-yl-carbonyl-, (4-Cyan-
thiazolidin-3-yl)carbonyl-, Piperidin-1-ylcarbonyl- oder Morphin-4-ylcarbonyl-Gruppe
substituiert ist,

eine 3-Amino-piperidin-1-ylgruppe, in der der Piperidin-1-yl-Teil in 4-Stellung oder in
5-Stellung zusätzlich durch eine Hydroxy- oder Methoxygruppe substituiert ist,

eine 3-Amino-piperidin-1-ylgruppe, in der die Methylengruppe in 2-Stellung oder in 6-Stellung durch eine Carbonylgruppe ersetzt ist,

- 5 eine in 3-Stellung durch eine Amino-, C₁₋₃-Alkylamino- oder Di-(C₁₋₃-alkyl)-amino-gruppe substituierte Piperidin-1-yl- oder Hexahydroazepin-1-yl-gruppe, in denen jeweils zwei Wasserstoffatome am Kohlenstoffgerüst der Piperidin-1-yl- oder Hexahydroazepin-1-yl-gruppe durch eine geradkettige Alkylenbrücke ersetzt sind, wobei diese Brücke 2 bis 5 Kohlenstoffatome enthält, wenn die zwei Wasserstoff-
10 atome sich am selben Kohlenstoffatom befinden, oder 1 bis 4 Kohlenstoffatome enthält, wenn sich die Wasserstoffatome an benachbarten Kohlenstoffatomen be-
15 finden, oder 1 bis 4 Kohlenstoffatome enthält, wenn sich die Wasserstoffatome an Kohlenstoffatomen befinden, die durch ein Atom getrennt sind, oder 1 bis 3 Kohlen-
stoffatome enthält, wenn sich die zwei Wasserstoffatome an Kohlenstoffatomen be-
finden, die durch zwei Atome getrennt sind,

eine Azetidin-1-yl-, Pyrrolidin-1-yl-, Piperidin-1-yl- oder Hexahydroazepin-1-ylgruppe, die durch eine Amino-C₁₋₃-alkyl-, C₁₋₃-Alkylamino-C₁₋₃-alkyl- oder eine Di-(C₁₋₃-alkyl)-amino-C₁₋₃-alkylgruppe substituiert ist,

- 20 eine gegebenenfalls am Kohlenstoffgerüst durch eine oder zwei C₁₋₃-Alkylgruppen substituierte Piperazin-1-yl- oder [1,4]Diazepan-1-ylgruppe,

- 25 eine gegebenenfalls am Kohlenstoffgerüst durch eine oder zwei C₁₋₃-Alkylgruppen substituierte 3-Imino-piperazin-1-yl-, 3-Imino-[1,4]diazepan-1-yl- oder 5-Imino-[1,4]diazepan-1-ylgruppe,

eine gegebenenfalls durch eine oder zwei C₁₋₃-Alkylgruppen substituierte [1,4]Diazepan-1-ylgruppe, die in 6-Stellung durch eine Aminogruppe substituiert ist,

- 30 eine C₃₋₇-Cycloalkylgruppe, die durch eine Amino-, C₁₋₃-Alkylamino- oder Di-(C₁₋₃-alkyl)-aminogruppe substituiert ist,

eine C₃₋₇-Cycloalkylgruppe, die durch eine Amino-C₁₋₃-alkyl-, C₁₋₃-Alkylamino-C₁₋₃-alkyl- oder eine Di-(C₁₋₃-alkyl)amino-C₁₋₃-alkylgruppe substituiert ist,

5 eine C₃₋₇-Cycloalkyl-C₁₋₂-alkylgruppe, in der der Cycloalkylteil durch eine Amino-, C₁₋₃-Alkylamino- oder Di-(C₁₋₃-alkyl)-aminogruppe substituiert ist,

eine C₃₋₇-Cycloalkyl-C₁₋₂-alkylgruppe, in der der Cycloalkylteil durch eine Amino-C₁₋₃-alkyl-, C₁₋₃-Alkylamino-C₁₋₃-alkyl- oder eine Di-(C₁₋₃-alkyl)amino-C₁₋₃-alkylgruppe substituiert ist,

10 eine C₃₋₇-Cycloalkylaminogruppe, in der der Cycloalkylteil durch eine Amino-, C₁₋₃-Alkylamino- oder Di-(C₁₋₃-alkyl)-aminogruppe substituiert ist, wobei die beiden Stickstoffatome am Cycloalkylteil durch mindestens zwei Kohlenstoffatome voneinander getrennt sind,

15 eine N-(C₃₋₇-Cycloalkyl)-N-(C₁₋₃-alkyl)-aminogruppe, in der der Cycloalkylteil durch eine Amino-, C₁₋₃-Alkylamino- oder Di-(C₁₋₃-alkyl)-aminogruppe substituiert ist, wobei die beiden Stickstoffatome am Cycloalkylteil durch mindestens zwei Kohlenstoffatome voneinander getrennt sind,

20 eine C₃₋₇-Cycloalkylaminogruppe, in der der Cycloalkylteil durch eine Amino-C₁₋₃-alkyl-, C₁₋₃-Alkylamino-C₁₋₃-alkyl- oder eine Di-(C₁₋₃-alkyl)amino-C₁₋₃-alkylgruppe substituiert ist,

25 eine N-(C₃₋₇-Cycloalkyl)-N-(C₁₋₃-alkyl)-aminogruppe, in der der Cycloalkylteil durch eine Amino-C₁₋₃-alkyl-, C₁₋₃-Alkylamino-C₁₋₃-alkyl- oder eine Di-(C₁₋₃-alkyl)amino-C₁₋₃-alkylgruppe substituiert ist,

eine C₃₋₇-Cycloalkyl-C₁₋₂-alkyl-aminogruppe, in der der Cycloalkylteil durch eine Amino-, C₁₋₃-Alkylamino- oder Di-(C₁₋₃-alkyl)-aminogruppe substituiert ist,

eine N-(C₃₋₇-Cycloalkyl-C₁₋₂-alkyl)-N-(C₁₋₂-alkyl)-aminogruppe, in der der Cycloalkylteil durch eine Amino-, C₁₋₃-Alkylamino- oder Di-(C₁₋₃-alkyl)-aminogruppe substituiert ist,

5 eine C₃₋₇-Cycloalkyl-C₁₋₂-alkyl-aminogruppe, in der der Cycloalkylteil durch eine Amino-C₁₋₃-alkyl-, C₁₋₃-Alkylamino-C₁₋₃-alkyl- oder eine Di-(C₁₋₃-alkyl)amino-C₁₋₃-alkylgruppe substituiert ist,

10 eine N-(C₃₋₇-Cycloalkyl-C₁₋₂-alkyl)-N-(C₁₋₂-alkyl)-aminogruppe, in der der Cycloalkylteil durch eine Amino-C₁₋₃-alkyl-, C₁₋₃-Alkylamino-C₁₋₃-alkyl- oder eine Di-(C₁₋₃-alkyl)-amino-C₁₋₃-alkylgruppe substituiert ist,

15 eine R¹⁹-C₂₋₄-Alkylamino-Gruppe, in der R¹⁹ durch mindestens zwei Kohlenstoffatome vom Stickstoffatom des C₂₋₄-Alkylamino-Teils getrennt ist und

15 R¹⁹ eine Amino-, C₁₋₃-Alkylamino- oder Di-(C₁₋₃-alkyl)-aminogruppe darstellt,

20 eine R¹⁹-C₂₋₄-Alkylamino-Gruppe, in der das Stickstoffatom des C₂₋₄-Alkylamino-Teils durch eine C₁₋₃-Alkylgruppe substituiert ist und R¹⁹ durch mindestens zwei Kohlenstoffatome vom Stickstoffatom des C₂₋₄-Alkylamino-Teils getrennt ist, wobei R¹⁹ wie vorstehend erwähnt definiert ist,

25 eine durch den Rest R²⁰ substituierte Aminogruppe, in der

25 R²⁰ eine Azetidin-3-yl, Azetidin-2-ylmethyl-, Azetidin-3-ylmethyl-, Pyrrolidin-3-yl-, Pyrrolidin-2-ylmethyl-, Pyrrolidin-3-ylmethyl-, Piperidin-3-yl-, Piperidin-4-yl-, Piperidin-2-ylmethyl-, Piperidin-3-ylmethyl- oder Piperidin-4-ylmethylgruppe darstellt, wobei die für R²⁰ erwähnten Reste jeweils durch eine oder zwei C₁₋₃-Alkylgruppen substituiert sein können,

30 eine durch den Rest R²⁰ und eine C₁₋₃-Alkylgruppe substituierte Aminogruppe, in der R²⁰ wie vorstehend erwähnt definiert ist, wobei die für R²⁰ erwähnten Reste jeweils durch eine oder zwei C₁₋₃-Alkylgruppen substituiert sein können,

eine R^{19} -C₃₋₄-alkyl-gruppe, in der der C₃₋₄-Alkylteil geradkettig ist und zusätzlich durch eine oder zwei C₁₋₃-Alkylgruppen substituiert sein kann, wobei R¹⁹ wie vorstehend erwähnt definiert ist,

5 eine 3-Amino-2-oxo-piperidin-5-yl- oder 3-Amino-2-oxo-1-methyl-piperidin-5-yl-Gruppe,

10 eine Pyrrolidin-3-yl-, Piperidin-3-yl-, Piperidin-4-yl, Hexahydroazepin-3-yl- oder Hexahydroazepin-4-ylgruppe, die in 1-Stellung durch eine Amino-, C₁₋₃-Alkylamino- oder Di-(C₁₋₃-alkyl)aminogruppe substituiert ist,

15 (b) oder eine Azetidin-2-yl-C₁₋₂-alkyl-, Azetidin-3-yl-C₁₋₂-alkyl-, Pyrrolidin-2-yl-C₁₋₂-alkyl-, Pyrrolidin-3-yl-, Pyrrolidin-3-yl-C₁₋₂-alkyl-, Piperidin-2-yl-C₁₋₂-alkyl-, Piperidin-3-yl-, Piperidin-3-yl-C₁₋₂-alkyl-, Piperidin-4-yl- oder Piperidin-4-yl-C₁₋₂-alkylgruppe, wobei die vorstehend erwähnten Gruppen jeweils durch eine oder zwei C₁₋₃-Alkylgruppen substituiert sein können, bedeuten,

20 wobei unter den bei der Definition der vorstehend genannten Reste erwähnten Arylgruppen Phenyl- oder Naphthylgruppen zu verstehen sind, welche unabhängig von einander durch R_h mono- oder disubstituiert sein können, wobei die Substituenten gleich oder verschieden sein können und R_h ein Fluor-, Chlor-, Brom- oder Iodatom, eine Trifluormethyl-, Cyan-, Nitro-, Amino-, Aminocarbonyl-, Aminosulfonyl-, Methylsulfonyl, Acetylamino-, Methylsulfonylamino-, C₁₋₃-Alkyl-, Cyclopropyl-, Ethenyl-, Ethinyl-, Hydroxy-, C₁₋₃-Alkyloxy-, Difluormethoxy- oder Trifluormethoxygruppe darstellt,

25 unter den bei der Definition der vorstehend erwähnten Reste erwähnten Heteroarylgruppen eine Pyrrolyl-, Furanyl-, Thienyl-, Pyridyl-, Indolyl-, Benzofuranyl-, Benzo-thiophenyl-, Chinolinyl- oder Isochinolinylgruppe zu verstehen ist,

30 oder eine Pyrrolyl-, Furanyl-, Thienyl- oder Pyridylgruppe zu verstehen ist, in der eine oder zwei Methingruppen durch Stickstoffatome ersetzt sind,

oder eine Indolyl-, Benzofuranyl-, Benzothiophenyl-, Chinoliny- oder Isochinoliny-Gruppe zu verstehen ist, in der eine bis drei Methingruppen durch Stickstoffatome ersetzt sind,

- 5 oder eine 1,2-Dihydro-2-oxo-pyridinyl-, 1,4-Dihydro-4-oxo-pyridinyl-, 2,3-Dihydro-3-oxo-pyridazinyl-, 1,2,3,6-Tetrahydro-3,6-dioxo-pyridazinyl-, 1,2-Dihydro-2-oxo-pyrimidinyl-, 3,4-Dihydro-4-oxo-pyrimidinyl-, 1,2,3,4-Tetrahydro-2,4-dioxo-pyrimidinyl-, 1,2-Dihydro-2-oxo-pyrazinyl-, 1,2,3,4-Tetrahydro-2,3-dioxo-pyrazinyl-, 2,3-Dihydro-2-oxo-indolyl-, 2,3-Dihydrobenzofuranyl-, 2,3-Dihydro-2-oxo-1H-benzimidazolyl-, 2,3-
- 10 Dihydro-2-oxo-benzoxazolyl-, 1,2-Dihydro-2-oxo-chinoliny-, 1,4-Dihydro-4-oxo-chinoliny-, 1,2-Dihydro-1-oxo-isochinoliny-, 1,4-Dihydro-4-oxo-cinnolinyl-, 1,2-Dihydro-2-oxo-chinazolinyl-, 3,4-Dihydro-4-oxo-chinazolinyl-, 1,2,3,4-Tetrahydro-2,4-dioxo-chinazolinyl-, 1,2-Dihydro-2-oxochinoxaliny-, 1,2,3,4-Tetrahydro-2,3-dioxo-chinoxaliny-, 1,2-Dihydro-1-oxo-phthalazinyl-, 1,2,3,4-Tetrahydro-1,4-dioxo-phthalazinyl-, Chromanyl-, Cumaryl-, 2,3-Dihydro-benzo[1,4]dioxinyl- oder 3,4-Dihydro-3-oxo-2H-benzo[1,4]oxazinyl-Gruppe zu verstehen ist,

und die vorstehend erwähnten Heteroarylgruppen durch R_h mono- oder disubstituiert sein können, wobei die Substituenten gleich oder verschieden sein können und R_h wie vorstehend erwähnt definiert ist,

wobei, soweit nichts anderes erwähnt wurde, die vorstehend erwähnten Alkyl-, Alkenyl- und Alkinylgruppen geradkettig oder verzweigt sein können,

- 25 deren Tautomere, Enantiomere, Diastereomere, deren Gemische, deren Prodrugs und deren Salze.

2. Verbindungen der allgemeinen Formel I gemäß Anspruch 1, in denen

30 R^1 , R^2 und R^3 wie in Anspruch 1 erwähnt definiert sind und

R^4 eine Pyrrolidin-1-ylgruppe, die in 3-Stellung durch eine Aminogruppe substituiert ist,

eine Piperidin-1-ylgruppe, die in 3-Stellung durch eine Aminogruppe substituiert ist,

eine Hexahydroazepin-1-yl-gruppe, die in 3-Stellung oder in 4-Stellung durch eine
5 Aminogruppe substituiert ist,

eine (2-Aminocyclohexyl)amino-Gruppe,

eine Cyclohexylgruppe, die in 3-Stellung durch eine Aminogruppe substituiert ist,
10 oder

15 eine N-(2-Aminoethyl)-methylamino- oder eine N-(2-Aminoethyl)-ethylamino-Gruppe
bedeutet,

deren Tautomere, Enantiomere, Diastereomere, deren Gemische und Salze.

20 3. Verbindungen der allgemeinen Formel I gemäß Anspruch 2, in denen

25 R¹ eine Phenylcarbonylmethylgruppe, in der der Phenylteil durch R¹⁰ substituiert ist,
wobei

30 R¹⁰ eine Formylaminogruppe,

eine C₃₋₇-Cycloalkyl-carbonylamino- oder C₃₋₇-Cycloalkyl-C₁₋₃-alkyl-
carbonylamino-Gruppe,

eine C₆₋₉-Bicycloalkyl-carbonylaminogruppe,

eine C₅₋₇-Cycloalkyl-carbonylaminogruppe, in der

5 eine Methylengruppe durch ein Sauerstoff- oder Schwefelatom oder durch eine Imino-, Sulfinyl- oder Sulfonylgruppe ersetzt ist,

10 eine (1,3-Dioxolanyl)-carbonylamino-, (1,4-Dioxanyl)-carbonylamino-, Morpholin-2-yl-carbonylamino-, Morphin-3-ylcarbonylamino- oder Piperazin-2-yl-carbonylamino-Gruppe,

15 eine C₅₋₇-Cycloalkyl-carbonylaminogruppe, in der eine -CH₂-CH₂- Gruppe durch eine -NH-CO- Gruppe ersetzt ist,

20 eine C₅₋₇-Cycloalkyl-carbonylaminogruppe, in der eine -CH₂-CH₂-CH₂- Gruppe durch eine -NH-CO-O- Gruppe ersetzt ist,

25 eine C₅₋₇-Cycloalkyl-carbonylaminogruppe, in der eine Methylengruppe durch eine Carbonylgruppe ersetzt ist,

30 eine C₄₋₇-Cycloalkenyl-carbonylamino- oder C₄₋₇-Cycloalkenyl-C₁₋₃-alkyl-carbonylamino-Gruppe,

35 eine C₃₋₇-Cycloalkyl-sulfonylamino-, Phenylsulfonylamino- oder Phenyl-C₁₋₃-alkyl-sulfonylamino-Gruppe oder

40 eine Pyridinylcarbonylaminogruppe bedeutet;

45 R² ein Wasserstoffatom,

50 oder eine C₁₋₃-Alkylgruppe,

55 R³ eine C₄₋₆-Alkenylgruppe,

60 eine 2-Butin-1-ylgruppe oder

65 eine 1-Cyclopenten-1-yl-methyl-Gruppe

und

R^4 eine Piperidin-1-ylgruppe, die in 3-Stellung durch eine Aminogruppe substituiert

5 ist,

eine Hexahydroazepin-1-yl-gruppe, die in 3-Stellung oder in 4-Stellung durch eine Aminogruppe substituiert ist,

10 eine (2-Aminocyclohexyl)amino-Gruppe,

15 () eine Cyclohexylgruppe, die in 3-Stellung durch eine Aminogruppe substituiert ist,
oder

20 eine N-(2-Aminoethyl)-methylamino- oder eine N-(2-Aminoethyl)-ethylamino-Gruppe
bedeuten,

wobei, soweit nichts anderes erwähnt wurde, die vorstehend erwähnten Alkyl-,
Alkenyl- und Alkinylgruppen geradkettig oder verzweigt sein können,

25 deren Tautomere, Enantiomere, Diastereomere, deren Gemische und deren Salze.

4. Verbindungen der allgemeinen Formel I gemäß Anspruch 3, in denen

25 R^1 eine Phenylcarbonylmethyl-Gruppe, in der der Phenylteil durch eine Formylamino-, Pyridinylcarbonylamino- oder Cyclopropylcarbonylamino-Gruppe substituiert ist,

30 R^2 eine Methylgruppe,

35 R^3 eine 2-Buten-1-yl- oder 3-Methyl-2-buten-1-yl-Gruppe oder

eine 2-Butin-1-yl-Gruppe

und

R⁴ eine (3-Amino-piperidin-1-yl)-Gruppe bedeuten,

5

deren Tautomere, Enantiomere, Diastereomere, deren Gemische und deren Salze.

5. Verbindungen der allgemeinen Formel I gemäß Anspruch 4, in denen

10

R¹ eine [2-(Cyclopropylcarbonylamino)-phenyl]-carbonylmethyl-Gruppe,

R² eine Methylgruppe,

15

R³ eine 2-Buten-1-yl- oder 3-Methyl-2-buten-1-yl-Gruppe oder

eine 2-Butin-1-yl-Gruppe

und

20

R⁴ eine (3-Amino-piperidin-1-yl)-Gruppe bedeuten,

deren Tautomere, Enantiomere, Diastereomere, deren Gemische und deren Salze.

25

6. Folgenden Verbindungen der allgemeinen Formel I gemäß Anspruch 1:

(1) 1-[2-(2-Formylamino-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(3-methyl-2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin,

30

(2) 1-(2-{2-[(Cyclopropylcarbonyl)amino]-phenyl}-2-oxo-ethyl)-3-methyl-7-(3-methyl-2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin,

(3) 1-[2-(2-Formylamino-phenyl)-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin,

5 (4) 1-(2-{2-[(Cyclopropylcarbonyl)amino]-phenyl}-2-oxo-ethyl)-3-methyl-7-((E)-2-buten-1-yl)-8-((R)-3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin,

(5) 1-(2-{2-[(Cyclopropylcarbonyl)amino]-phenyl}-2-oxo-ethyl)-3-methyl-7-((E)-2-buten-1-yl)-8-((S)-3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin,

10 (6) 1-(2-{2-[(Cyclopropylcarbonyl)amino]-phenyl}-2-oxo-ethyl)-3-methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-((R)-3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin,

15 (7) 1-(2-{2-[(Cyclopropylcarbonyl)amino]-phenyl}-2-oxo-ethyl)-3-methyl-7-(2-buten-1-yl)-8-((S)-3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin und

15 (8) 1-[2-(2-[(Pyridin-2-yl)carbonyl]amino)-phenyl]-2-oxo-ethyl]-3-methyl-7-((E)-2-buten-1-yl)-8-(3-amino-piperidin-1-yl)-xanthin

20 sowie deren Tautomere, Enantiomere, Diastereomere, deren Gemische und deren Salze.

25 7. Physiologisch verträgliche Salze der Verbindungen nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6 mit anorganischen oder organischen Säuren oder Basen.

25 8. Arzneimittel, enthaltend eine Verbindung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6 oder ein physiologisch verträgliches Salz gemäß Anspruch 7 neben gegebenenfalls einem oder mehreren inerten Trägerstoffen und/oder Verdünnungsmitteln.

30 9. Verwendung einer Verbindung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7 zur Herstellung eines Arzneimittels, das zur Behandlung von Diabetes mellitus Typ I und Typ II, Arthritis, Adipositas, Allograft Transplantation und durch Calcitonin verursachte Osteoporose geeignet ist.

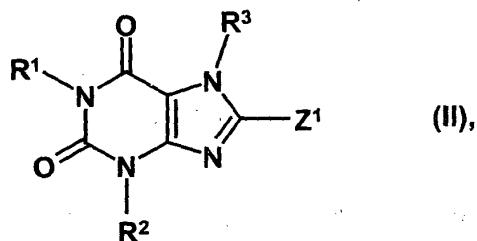
10. Verfahren zur Herstellung eines Arzneimittels gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß auf nichtchemischen Weg eine Verbindung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7 in einen oder mehrere inerte Trägerstoffe und/oder Verdünnungsmittel eingearbeitet wird.

5

11. Verfahren zur Herstellung der Verbindungen der allgemeinen Formel I gemäß den Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß

10 a) zur Herstellung von Verbindungen der allgemeinen Formel I, in der R⁴ einer der in Anspruch 1 erwähnten, über ein Stickstoffatom mit dem Xanthingerüst verknüpf-ten Reste ist

15 eine Verbindung der allgemeinen Formel



15

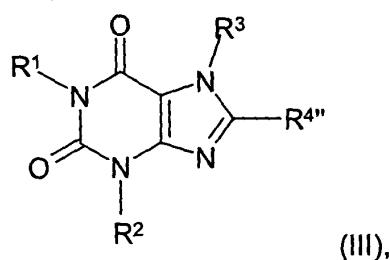
in der

R¹ bis R³ wie in Anspruch 1 erwähnt definiert sind und

20 Z¹ eine Austrittsgruppe wie ein Halogenatom, eine substituierte Hydroxy-, Mercapto-, Sulfinyl-, Sulfonyl- oder Sulfonyloxygruppe darstellt, mit einem Amin der allgemeinen Formel R⁴-H, in der R⁴ einen der für R⁴ in Anspruch 1 erwähnten Reste darstellt, der über ein Stickstoffatom mit dem Xanthingerüst verknüpft ist, umgesetzt wird, oder

25 b) eine Verbindung der allgemeinen Formel

57



in der R¹, R² und R³ wie in Anspruch 1 erwähnt definiert sind und

R^{4''} eine der eingangs für R⁴ erwähnten Gruppen bedeutet, die eine Imino-, Amino-

5 oder Alkylaminogruppe enthalten, wobei die Imino-, Amino- bzw. Alkylaminogruppe
durch eine Schutzgruppe substituiert ist, entschützt und anschließend an der Imino-,
Amino- bzw. C₁₋₃-Alkylaminogruppe gegebenenfalls alkyliert wird, und/oder

anschließend gegebenenfalls während der Umsetzung verwendete Schutzgruppen

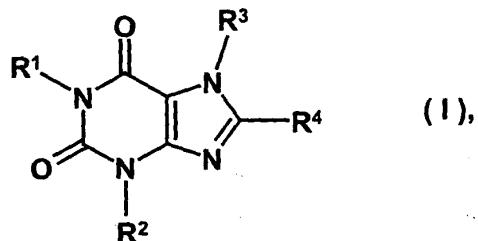
10 abgespalten werden und/oder

die so erhaltenen Verbindungen der allgemeinen Formel I in ihre Enantiomeren
und/oder Diastereomeren aufgetrennt werden und/oder

15 die erhaltenen Verbindungen der Formel I in ihre Salze, insbesondere für die
pharmazeutische Anwendung in ihre physiologisch verträglichen Salze mit
anorganischen oder organischen Säuren oder Basen, übergeführt werden.

Zusammenfassung

5 Die vorliegende Erfindung betrifft substituierte Xanthine der allgemeinen Formel



10 in der R¹ bis R⁴ wie in Anspruch 1 definiert sind, deren Tautomere, deren Stereo-
isomere, deren Gemische, deren Prodrugs und deren Salze, welche wertvolle
pharmakologische Eigenschaften aufweisen, insbesondere eine Hemmwirkung auf
die Aktivität des Enzyms Dipeptidylpeptidase-IV (DPP-IV).